

Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro Tecnológico  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA A SELEÇÃO DE  
FORNECEDOR DE SERVIÇO DE USINAGEM: UM ESTUDO  
DE CASO NA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS**

MÁRCIO KAIALA ALVES CARDOSO CONCEIÇÃO

Florianópolis, dezembro de 2010.



Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA A SELEÇÃO DE  
FORNECEDOR DE SERVIÇO DE USINAGEM: UM ESTUDO  
DE CASO NA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS**

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós - Graduação em Engenharia  
Mecânica da

Universidade Federal de Santa Catarina,  
como requisito parcial para a obtenção do  
título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Márcio Kaiala Alves Cardoso Conceição

Florianópolis, dezembro de 2010.

C744p Conceição, Márcio Kaiala Alves Cardoso

Proposta de um método para a seleção de fornecedor de serviço de usinagem: um estudo de caso na indústria de autopeças [dissertação] / Márcio Kaiala Alves Cardoso Conceição ; orientador, João Carlos Espíndola Ferreira. - Florianópolis, SC, 2010.

144 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.

Inclui referências

1. Engenharia mecânica. 2. Terceirização. 3. Fornecedores - Seleção. 4. Usinagem - Aspectos ambientais.  
I. Ferreira, Carlos E. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.  
III. Título.

CDU 621

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA A SELEÇÃO DE  
FORNECEDOR DE SERVIÇO DE USINAGEM: UM ESTUDO  
DE CASO NA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS**

Esta Tese foi julgada para a obtenção do Título de Mestre,  
Área de Concentração Fabricação  
e aprovada em sua forma final pelo Programa  
de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.

Prof. João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D.  
Orientador (EMC/UFSC)

Prof. Eduardo Alberto Fancello, D.Sc.  
Coordenador do Curso – POSMEC

Banca examinadora:

Prof. Marcelo Teixeira dos  
Santos, Dr. Eng.  
(Brasilmatics)

Dr. Osiris Canciglieri Jr.,  
Ph.D. (PUC-PR)

Prof. Carlos Henrique Ahrens, Ph.D.  
(EMC/UFSC)

Florianópolis, dezembro de 2010.



## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha esposa Fernanda, e aos meus pais Rito e Benedita (in memoriam) que sempre me incentivaram a estudar e a alcançar meus objetivos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, pela excelência em ensino e pela possibilidade de fazer parte deste programa de mestrado.

Ao professor João Carlos Espíndola Ferreira, pela orientação e estímulo fundamentais para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Ao professor Lourival Boehs pela orientação na fase inicial da dissertação.

À professora Karoline Bastos Mundstok (Udesc/Joinville) pelas contribuições, sugestões e pela motivação que em muito ajudaram a finalizar este trabalho.

Aos professores do Departamento de Pós-Graduação em Engenharia de Mecânica, pelos ensinamentos e convívio durante o cumprimento dos créditos do mestrado.

Ao senhor Eder Mesquita de Oliveira (in memorian), ex-Gerente da Engenharia da Qualidade da Fundação Tupy, que me deu a oportunidade de cursar as disciplinas como aluno especial quando trabalhava na Fundação Tupy.

Aos meus colegas de trabalho, cujo incentivo foi fundamental para que eu pudesse concluir o mestrado.

À secretária do POSMEC Maria Goreti Alves por toda a ajuda prestada durante o mestrado.

A todos os profissionais das empresas dos estudos de caso, pela atenção dada e pelas informações passadas que foram fundamentais para a conclusão do meu trabalho.

À minha família, pelo apoio, carinho, incentivo e por acreditarem que eu venceria esse grande desafio.

A Deus, por que ele me dá forças para que eu possa sempre fazer o melhor.



## RESUMO

CONCEIÇÃO, M. K. A. C. **Proposta de um método para a seleção de fornecedor de serviço de usinagem: um estudo de caso na indústria de autopeças.** 2010. 144 p. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

A terceirização da fabricação de componentes usinados na indústria automobilística vem sendo uma tendência nas últimas décadas, tendência observada principalmente dentro das montadoras e sistemistas que têm focado seus processos de manufatura em outras atividades mais diretamente ligadas ao seu “core business”. Este trabalho apresenta um método para a seleção de fornecedores de usinagem na indústria brasileira de autopeças. O método baseou-se em aspectos estratégicos, técnicos e ambientais do processo de usinagem. Uma breve revisão sobre o processo de terceirização é apresentada no início do trabalho, mostrando o histórico da terceirização no Brasil e no mundo e os motivos que levam as empresas a terceirizar parte de seus processos produtivos. Em seguida é feita uma revisão bibliográfica de aspectos estratégicos, técnicos e ambientais da terceirização da usinagem. A revisão dos aspectos estratégicos teve como foco o relacionamento cliente e fornecedor e o desenvolvimento de competências em um processo de terceirização. A revisão dos aspectos técnicos teve como foco a usinabilidade, os critérios para vida de ferramenta e a usinagem econômica. Já a revisão dos aspectos ambientais teve grande foco os fluidos de corte, avaliando a sua seleção, aplicação, manutenção, reciclagem e descarte. Nos aspectos ambientais também foram avaliados processos de usinagem ambientalmente corretos como a usinagem com mínima quantidade de lubrificante (MQL) e a usinagem a seco. Foram então realizados seis estudos de caso com empresas do ramo automobilístico que tinham componentes usinados entre seus produtos. Em cada uma dessas empresas foi feita uma avaliação do processo de terceirização da usinagem, focando os aspectos estratégicos, técnicos e ambientais. Com base nas informações obtidas nas empresas avaliadas, no final do trabalho foi proposto um questionário que deverá ser utilizado como procedimento de suporte para que empresas escolham o fornecedor mais adequado de usinagem durante o processo de terceirização.

Palavras-chave: Terceirização, Seleção de Fornecedores, Aspectos Estratégicos, Aspectos Técnicos, Aspectos Ambientais.

## ABSTRACT

CONCEIÇÃO, M. K. A. C. . **Proposal for a method for machining services supplier selection: a case study in the automotive industry.** 2010. 144 p. Dissertation - Master in Mechanical Engineering, “Universidade Federal de Santa Catarina” (Santa Catarina Federal University), Florianópolis, 2010.

Outsourcing the manufacture of machined components in the automotive industry has been a trend in recent decades, a trend observed primarily within the automotive OEMs (Original Equipment Manufacturers) and tiers that have focused their manufacturing processes in other activities more directly related to their core business. This work presents a method for machining supplier selection in the Brazilian auto parts industry. The method was based on strategic, technical and environmental aspects of the machining process. A brief review of the outsourcing process is presented in the beginning of this work, showing the history of outsourcing in Brazil and abroad and the reasons that lead companies to outsource part of their production processes. Then a literature review of strategic, technical and environmental aspects of machining outsourcing is presented. The review of strategic issues focused on the customer and supplier relationships and skill development in the outsourcing process. The review of the technical aspects focused on the machinability, the tool life criteria and machining economics. The review of environmental aspects focused on the cutting fluids, assessing their selection, implementation, maintenance, recycling and disposal. In the environmental aspects environmentally friendly machining processes such as machining with minimum quantity lubrication (MQL) and dry machining were also evaluated. Thereafter six case studies were conducted with companies of the automotive industry that had machined components among their products. In each of these companies, an evaluation of the machining outsourcing process was carried out, focusing on strategic, technical and environmental aspects. Based on information obtained from the evaluated companies, in the end of this work a questionnaire is designed to be used as a support procedure for companies to choose the best suited machining provider for outsourcing.

Keywords: Outsourcing, Supplier Selection, Strategic Aspects, Technical Aspects, Environmental Aspects.

.

## NOMENCLATURA

**AIAG** - Automotive Industry Action Group

**CAD** – Computer-aided design

**CAM** – Computer-aided manufacturing

**CQI** - Continuous Quality Improvement

**GD&T** - Geometric Dimensioning and Tolerancing

**ISO** - International Organization for Standardization

**MQL** – Mínima quantidade de fluído lubrificante

**QSA** - Quality System Assessment

**PPAP** - Production Part Approval Process

**SSO** – Segurança e saúde ocupacional

**VDA** - Verband der Automobilindustrie

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 2.1 – Metodologia da pesquisa utilizada no trabalho ...	24
Figura 2.2 – Fluxograma da metodologia utilizada no trabalho .....	25
Figura 3.1 – Razões para a terceirização. ....	37
Figura 3.2 – Processo de terceirização de sucesso. ....	42
Figura 4.1 – Contribuição das competências na relação cliente e fornecedor (MULLER et al, 2003). ....	45
Figura 4.2 - Fatores integrantes de um moderno sistema produtivo (TEIXEIRA, 1997 apud Teixeira et al, 1999). ....	63
Figura 4.3 - Fatores influentes na usinagem a seco (KLOCKE et al, 1996 apud Teixeira et al, 1999). ....	84
Figura 4.4 - Funções primárias dos fluidos de corte (KLOCKE et al, 1996 apud Teixeira et al, 1999). ....	85
Gráfico 5.1 – Distribuição das empresas por região. ....	92
Gráfico 5.2 – Distribuição das empresas por porte. ....	93
Gráfico 5.3 – Distribuição das empresas por capital de origem. .....	93
Tabela 6.1 – Avaliação de avaliação das questões QSA. ....	125
Tabela 6.2 – Avaliação das Questões e Elementos do Processo VDA 6.3. ....	126
Tabela 7.1 – Síntese dos objetivos do trabalho. ....	133

## SUMÁRIO

RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	xi
CAPÍTULO 1 – Introdução .....	18
1.1 – Descrições do problema e justificativa.....	18
1.2 - Objetivos do trabalho .....	19
1.2.1 - Objetivo geral.....	19
1.2.2 - Objetivos específicos .....	19
CAPÍTULO 2 – Metodologia do Trabalho .....	20
2.1 – Classificação da pesquisa científica .....	20
2.2 – População e Amostragem.....	25
2.3 – Coleta de dados .....	26
CAPÍTULO 3 – Terceirização .....	29
3.1 – O que é terceirização .....	29
3.2 – Histórico da terceirização no Brasil e no mundo .....	30
3.3 – Porque as indústrias procuram terceirizar parte de seus processos?.....	33
3.4 – Riscos do processo de terceirização .....	39
CAPÍTULO 4 – Planejamento da Terceirização da Usinagem .....	43
4.1 – Aspectos estratégicos .....	43
4.1.1 – Relacionamento entre cliente e fornecedor .....	44
4.1.2 - Desenvolvimento de competências.....	45
4.2 – Aspectos Técnicos.....	48
4.2.1 – Usinabilidade.....	49
4.2.2 - Vida da ferramenta.....	55
4.3.3 - Usinagem Econômica .....	56
4.3 – Aspectos Ambientais.....	60
4.3.1 – Aspectos ambientais do processo de usinagem...	64
4.3.2 - - Funções Básicas e Classificação dos Fluidos de Corte .....	66
4.3.3 - Seleção do Fluido de Corte .....	69
4.3.4 – Aplicação e Manutenção dos Fluidos de Corte...	70
4.3.5 – Reciclagem e Descarte dos Fluidos de Corte .....	77

4.3.6 – Reduzindo o Impacto Ambiental .....	79
4.3.7 – Tecnologias para usinagem com menor impacto ao meio ambiente.....	82
4.3.8 – Conclusões.....	85
CAPÍTULO 5 – Seleção de um Fornecedor de Usinagem .....	86
5.1 – Planejamento do estudo de caso .....	87
5.2 – Estudo de caso com seis empresas do setor automotivo do Brasil.....	91
5.2.1 – Estudo de caso empresa A .....	94
5.2.2 – Estudo de caso empresa B .....	99
5.2.3 – Estudo de caso empresa C .....	104
5.2.4 - Estudo de caso empresa D.....	108
5.2.5 – Estudo de caso empresa E.....	112
5.2.6 - Estudo de caso empresa F .....	117
5.3 – Análise dos estudos de caso.....	120
CAPÍTULO 6 - Questionário de Seleção do Fornecedor .....	124
CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES .....	132
7.1 - Delimitação do trabalho .....	132
7.2 – Alcance dos objetivos gerais e específicos .....	133
7.3 - Sugestões para trabalhos futuros .....	134
REFERÊNCIAS .....	1345





## CAPÍTULO 1 – Introdução

### 1.1 – Descrições do problema e justificativa

Na indústria automotiva mundial, vem se observando que o padrão de verticalização dos processos produtivos vem sendo substituído (RACHID et al., 2001). Esse processo se iniciou na primeira metade do século XX, e através dele surgiu uma grande quantidade de empresas que passaram a produzir vários tipos de peças e componentes para as grandes montadoras da época (Amato Neto, 1995). Antigamente as montadoras automotivas concentravam todos os seus processos de fabricação internamente, e elas eram detentoras do “know-how” produtivo para todos os componentes de seus veículos. Nos dias atuais a maior parte dos processos de fabricação de itens automotivos está concentrada na mão de pequenas empresas terceirizadas, normalmente especialistas em um único processo de fabricação.

No caso dos processos de usinagem, a situação não é diferente. Com o passar do tempo, esse processo de fabricação tem sido terceirizado cada vez mais nas empresas automotivas, e a seleção de um bom fornecedor de usinagem tem sido cada vez mais estratégica em um mercado competitivo como o mercado automotivo.

Devido às grandes exigências de mercado e a importância dos fornecedores de usinagem no âmbito da cadeia de fornecimento automotiva, o presente trabalho propõe inicialmente uma análise bibliográfica dos aspectos estratégicos, técnicos e ambientais relacionados à terceirização de um processo de usinagem na indústria automobilística brasileira e, com base em estudos de caso de empresas do setor automobilístico, apresenta um método para a seleção de um fornecedor mais adequado de serviços de usinagem.

## **1.2 - Objetivos do trabalho**

### **1.2.1 - Objetivo geral**

Desenvolver um questionário para a seleção de um fornecedor de usinagem dentro da realidade e exigências da indústria automobilística brasileira.

### **1.2.2 - Objetivos específicos**

- Estudar pontos importantes para a terceirização.
- Avaliar aspectos estratégicos, técnicos e ambientais de processos terceirizados de usinagem.
- Realizar estudo de caso com empresas automotivas brasileiras para avaliar a visão dessas empresas em relação a terceirização de serviços de usinagem.

## **CAPÍTULO 2 – Metodologia do Trabalho**

Este capítulo tem como objetivo descrever os procedimentos utilizados pelo autor para a realização da pesquisa, abordando conceitos sobre pesquisa científica. Será visto também como a pesquisa pode ser classificada sob diversos tipos de ponto de vista. Será abordado o conceito de população da pesquisa, assim como os instrumentos de coletas de dados sobre essa população.

Ao longo do capítulo também são apresentadas as justificativas que levaram o autor a realizar cada escolha.

### **2.1 – Classificação da pesquisa científica**

Segundo Silva e Menezes (2001), a pesquisa pode ser classificada das formas listadas abaixo:

(a) Do ponto de vista da sua natureza, pode ser:

- Pesquisa Básica: objetiva gerar conhecimentos novos que sejam úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista. Envolve verdades e interesses universais.
- Pesquisa Aplicada: objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.

A pesquisa realizada pelo autor teve característica de pesquisa aplicada, pois a mesma tem o objetivo de aplicar na prática conhecimentos já definidos e publicados.

(b) Do ponto de vista da forma de abordagem do problema pode ser:

- Pesquisa Quantitativa: considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.).

- Pesquisa Qualitativa: considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

A pesquisa realizada pelo autor é de caráter predominantemente qualitativo. A amostragem utilizada de empresas pesquisadas (6 empresas no total) não permitiria uma boa amostragem para que a pesquisa se tornar quantitativa.

(c) Do ponto de vista de seus objetivos (Gil, 1991) a pesquisa pode ser:

- Exploratória: visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso.
- Descritiva: visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de Levantamento.
- Explicativa: visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o “porquê” das coisas. Quando realizada nas ciências naturais, requer o uso do método experimental, e nas ciências sociais requer o uso do método observacional. Assume, em geral, as formas de pesquisa experimental e pesquisa *expost-facto*.

Do ponto de vista dos objetivos da pesquisa, o autor adotou a pesquisa exploratória, utilizando um levantamento bibliográfico e estudos de caso com o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o tema proposto.

(d) Do ponto de vista dos procedimentos técnicos (Gil, 1991), a pesquisa pode ser:

- Pesquisa Bibliográfica: quando elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet.
- Pesquisa Documental: quando elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico.
- Pesquisa Experimental: quando se determina um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.
- Levantamento: quando a pesquisa envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer.
- Estudo de caso: quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.
- Pesquisa Expost-Facto: quando o “experimento” se realiza depois dos fatos.
- Pesquisa-Ação: quando concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.
- Pesquisa Participante: quando se desenvolve a partir da interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas.

Do ponto de vista de procedimentos técnicos o autor utilizou uma mescla entre pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e estudo de caso. A pesquisa bibliográfica analisará aspectos estratégicos e ambientais relacionados com a terceirização de um processo de usinagem, e o estudo de caso avaliará as necessidades e requisitos

exigidos pelas empresas de autopeças que terceirizaram ou que vêm como uma possibilidade a terceirização da usinagem de seus produtos.

Segundo Gil (1991) a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. A principal vantagem desta pesquisa reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Esta vantagem se torna particularmente importante quando o problema requer dados muito dispersos pelo espaço.

O estudo de caso e a pesquisa documental foram realizados conjuntamente nas empresas pesquisadas com o objetivo de contextualizar em tempo e lugar o fenômeno estudado.

Segundo Yin (1984) o estudo de caso é preferido quando o foco temporal está em fenômenos contemporâneos dentro do contexto de vida real.

O foco do estudo de caso será direcionado à terceirização de peças seriadas em fornecedores de pequeno porte, significando que a terceirização de serviços de ferramentaria ou manutenção serão excluídas desse estudo de caso, assim como a terceirização em empresas de grande porte.

O modelo de estudo de caso foi escolhido, pois o mesmo pode permitir a validação da metodologia proposta em relação a proposições teóricas, além de ser adequado para analisar fenômenos complexos, como o caso dos organizacionais, que não podem ser controlados pelo pesquisador (RACHID et al., 2001).

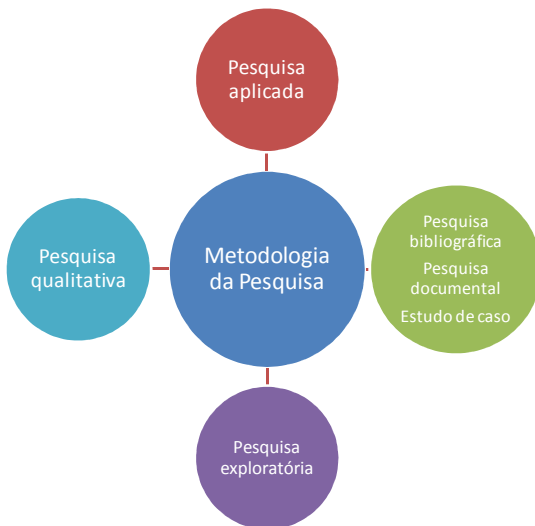


Figura 2.1 – Metodologia da pesquisa utilizada no trabalho.

No presente trabalho foi feita inicialmente uma revisão bibliográfica. Com base nos dados da revisão bibliográfica foi feito um questionário de entrevistas que foi utilizado no estudo de caso com empresas ligadas a usinagem na indústria automobilística. Com base na análise dos estudos de caso foi feito um questionário para a seleção do fornecedor de usinagem.



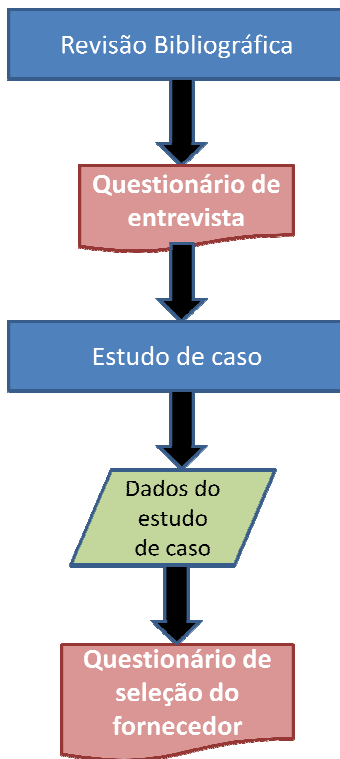


Figura 2.2 – Fluxograma da metodologia utilizada no trabalho.

## 2.2 – População e Amostragem

População (ou universo da pesquisa) é a totalidade de indivíduos que possuem as mesmas características definidas para um determinado estudo. Amostra é parte da população ou do universo, selecionada de acordo com uma regra ou plano. Segundo Silva e Menezes (2001), a amostra pode ser probabilística e não-probabilística e podem ser subdivididas em:

(a) Amostras não-probabilísticas:

- Amostras acidentais: compostas por acaso, com pessoas que vão aparecendo;
- Amostras por quotas: diversos elementos constantes da população/universo, na mesma proporção;
- Amostras intencionais: escolhidos casos para a amostra que representem o “bom julgamento” da população/ universo.

(b) Amostras probabilísticas são compostas por sorteio e podem ser:

- Amostras casuais simples: cada elemento da população tem oportunidade igual de ser incluído na amostra;
- Amostras casuais estratificadas: cada estrato, definido previamente, estará representado na amostra;
- Amostras por agrupamento: reunião de amostras representativas de uma população.

No presente trabalho o autor utilizou a amostragem não-probabilística do tipo intencional, pois, no estudo de caso, foram selecionadas propositalmente empresas do setor automobilístico, variando entre pequeno e grande porte e de diferentes estados brasileiros, para ao mesmo tempo poder dar maior foco ao trabalho (ramo automobilístico), sem perder a abrangência comparativa entre diferentes portes de empresa. Outro motivo que levou o autor a escolher propositalmente empresas do ramo automobilístico na amostra foi a facilidade de acesso a tais empresas, visto que o autor trabalhou por mais de oito anos nesse ramo.

Como amostra do estudo de caso, foram analisadas seis empresas, todas situadas nas regiões sul e sudeste do Brasil (maiores pólos de indústrias automotivas do Brasil).

### **2.3 – Coleta de dados**

Segundo Silva e Menezes (2001), a definição do instrumento de coleta de dados dependerá dos objetivos que se pretende alcançar com a pesquisa e do universo a ser investigado. O instrumento de coleta de dados escolhido deverá proporcionar uma interação efetiva entre o autor, o informante e a pesquisa que está sendo realizada. Os instrumentos de coleta de dados tradicionais são (Silva e Menezes, 2001):

(a) Observação: quando se utilizam os sentidos para se obter dados de determinados aspectos da realidade. A observação pode ser:

- Assistemática: não tem planejamento e controle previamente elaborados;
- Sistemática: tem planejamento, realiza-se em condições controladas para responder aos propósitos pré-estabelecidos;
- Não-participante: o pesquisador presencia o fato, mas não participa;
- Individual: realizada por um pesquisador;
- Em equipe: feita por um grupo de pessoas;
- Na vida real: registro de dados à medida que ocorrem;
- Em laboratório: onde tudo é controlado.

A observação utilizada no trabalho do autor foi do tipo sistemática, pois houve planejamento de visitas às empresas avaliadas; do tipo não-participante, pois o pesquisador somente presenciou as atividades das empresas avaliadas, sem influir nos seus resultados; do tipo observação individual, pois somente o pesquisador observou os dados.

(b) Entrevista: é a obtenção de informações de um entrevistado sobre determinado assunto ou problema. A entrevista pode ser:

- Padronizada ou estruturada: roteiro previamente estabelecido;
- Não-padronizada ou não-estruturada: não existe rigidez de roteiro. Podem-se explorar mais amplamente algumas questões.

O autor realizou entrevistas padronizadas, com o objetivo de ter uma melhor comparação dos dados resultantes das entrevistas realizadas nas empresas que fizeram parte do estudo de caso.

Os estudos de caso foram conduzidos com base em entrevistas a gestores ligados diretamente ao processo de terceirização do serviço de usinagem ou a gestores que seriam os responsáveis por tal processo, caso o mesmo ocorresse.

(c) Questionário: é uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito pelo informante. O questionário deve ser objetivo, limitado em extensão e estar acompanhado de instruções. As

instruções devem esclarecer o propósito de sua aplicação, ressaltar a importância da colaboração do informante e facilitar o preenchimento.

O autor fez uso de questionário para coleta de dados mais precisos das empresas avaliadas. As entrevistas foram realizadas através de um mesmo questionário, para que fosse possível realizar uma melhor comparação entre os dados obtidos nas empresas do estudo de caso desta pesquisa. O questionário foi dividido em blocos temáticos, e cada pergunta focou somente uma questão para facilitar a resposta do informante.

(d) Formulário: é uma coleção de questões que são anotadas por um entrevistador em uma situação face a face com a outra pessoa (o informante).

Para o presente trabalho o autor fez uso de formulários.

## CAPÍTULO 3 – Terceirização

Neste capítulo será apresentado o conceito de terceirização, mostrando seu histórico no Brasil e no mundo. Também serão mostrados as vantagens e riscos que esse processo pode trazer para as empresas.

### 3.1 – O que é terceirização?

Terceirização é o processo pelo qual uma empresa deixa de executar uma ou mais atividades realizadas por trabalhadores diretamente contratados e as transfere para outra empresa (Dieese, 2003). No processo de terceirização se transfere a responsabilidade por um determinado serviço ou operação de um processo de produção, comercialização, de uma empresa para outra (Amato Neto, 1995). Por terceirização também pode se entender como todo o processo que abrange desde a tomada de decisão, por parte da empresa, no sentido de desativar parte ou um conjunto de atividades, ou processo, até a realização de um contrato de fornecimento de peças/componentes/serviços pela empresa contratada (Amato Neto, 1995).

Silva<sup>1</sup> (1997, apud Kuchenbecker, 2006) conceitua terceirização como sendo a transferência de atividades para fornecedores especializados, detentores de tecnologia própria e moderna, que tenha esta atividade terceirizada como a sua atividade-fim, liberando a tomadora para concentrar seus esforços gerenciais em seu negócio principal, preservando e evoluindo em qualidade e produtividade, reduzindo custos e ganhando competitividade.

Ferreira e Souza<sup>2</sup> (1994, apud Kuchenbecker, 2006) definem a terceirização como um processo gerenciado de transferência de algumas atividades a terceiros, procurando a empresa concentrar-se apenas nas

---

<sup>1</sup> SILVA, Ciro Pereira da. A terceirização responsável: modernidade e modismo. São Paulo : LTr, 1997.

<sup>2</sup> FERREIRA, Marta A. T. e SOUZA, Engo I. N. Estratégias de Terceirização na Indústria Mineira: Características e Impactos. 18o ENANPAD, v. 9, p. 127-141, 1994.

tarefas essencialmente ligadas ao seu negócio, ou seja, nas áreas mais estratégicas da empresa, podendo desta forma ser mais competitiva.

Giosa<sup>3</sup> (1995, apud Kuchenbecker, 2006) enfatiza que terceirização é um processo de gestão pelo qual empresas repassam algumas atividades para terceiros – com os quais se estabelece uma<sup>4</sup> relação de parceria – ficando a empresa concentrada apenas em tarefas essencialmente ligadas ao negócio em que atua.

Lankford e Parsa (1999) definem a terceirização como a obtenção dos produtos ou serviços das fontes que são externas à organização.

Handfield (2006) define terceirização como “a estratégia de usar recursos externos à empresa para realizar atividades tradicionalmente realizadas por funcionários e recursos internos”. Ele também cita terceirização como uma estratégia em que as organizações contratam serviços externamente de fornecedores especializados e eficientes, os quais se tornaram parceiros valiosos de negócios e complementam as qualidades da empresa contratante.

A terceirização pode se realizar de duas formas não excludentes. Na primeira, a empresa deixa de produzir bens ou serviços utilizados em sua produção e passa a comprá-los de outra ou outras empresas, o que provoca a desativação, parcial ou total, de setores que anteriormente funcionavam no interior da empresa. A outra forma é a contratação de uma ou mais empresas para executar, dentro da “empresa-mãe”, tarefas anteriormente realizadas por trabalhadores contratados diretamente (Dieese, 2003).

Independentemente de como pode ser realizada, a terceirização é um recurso estratégico usado por diversas empresas para solucionar problemas internos ou dar maior competitividade à organização.

Com base nas definições citadas anteriormente, serão discutidos os motivos que levam uma empresa a decidir pela terceirização, com foco principal na terceirização de processos produtivos.

### **3.2 – Histórico da terceirização no Brasil e no mundo**

A terceirização de etapas produtivas vem se desenvolvendo há décadas. Nos modelos mais antigos, o produto era definido pela empresa

---

<sup>3</sup> GIOSA, Lívio A. Terceirização: uma abordagem estratégica. São Paulo: Pioneira, 1995.

terceirizada e as especificações pela empresa contratante. Porém, o grau de conhecimento e importância das empresas contratadas vem aumentando nesse processo, fazendo com que a habilidade do terceiro em desenvolver produtos venha a ser critério fundamental para a escolha de um fornecedor, principalmente na indústria automotiva (RUNDQUIST, 2003).

Segundo Whang<sup>5</sup> (1992, apud Kuchenbecker, 2006), existe a evidência da prática da terceirização desde o século XVIII na Inglaterra, e continua em vários setores da indústria, aumentando consideravelmente nos anos 1980 e 1990 em setores de serviços emergentes.

Desde a revolução industrial, as empresas têm se esforçado em explorar as suas vantagens competitivas e aumentar seu mercado e seus lucros. O modelo utilizado durante quase todo o século XX foi o da empresa que tinha que ter, controlar e gerenciar diretamente todos os seus ativos. Nos anos 1950 e 1960 a batalha foi pela diversificação para alargar as bases corporativas e tirar vantagem da economia de escala. Diversificando, as empresas esperavam proteger seus lucros, mesmo com aumento de camadas gerenciais necessárias para administrar o negócio. Já nos anos 1970 e 1980, as organizações tentaram competir globalmente e tiveram a desvantagem devido à falta de agilidade resultante das estruturas de gerenciamento inchadas. Para aumentar a flexibilidade e criatividade, muitas grandes empresas desenvolveram uma nova estratégia focalizando o núcleo do seu negócio, que requeria a identificação de processos críticos e a decisão sobre quais deles poderiam ser terceirizados (Handfield, 2006).

Segundo Meireles (2008), a terceirização encontra sua origem durante a II Guerra Mundial, quando os Estados Unidos aliaram-se aos países europeus para combater as forças nazistas e também o Japão. As indústrias de armamentos não conseguiram abastecer o mercado, necessitando suprir o aumento excessivo da demanda e aprimorar o produto e as técnicas de produção. Essa necessidade indicou que a concentração industrial deveria voltar-se para a produção, e as atividades de suporte deveriam ser transferidas para terceiros, o que gerou um maior número de empregados na época. Também segundo Meireles (2008), antes da II Guerra Mundial existiam atividades

---

<sup>5</sup> WHANG, S. Contracting for software development. Management Science, Vol. 38 No. 3, pp. 1-17, 1992.

prestadas por terceiros, porém não as mesmas não poderiam ser conceituadas como terceirização, pois somente a partir deste marco histórico é que se tem a terceirização interferindo na sociedade e na economia.

A terceirização ganhou grande escala mundialmente com o crescimento da indústria automobilística. Contrariamente, Ford identificou na verticalização a maneira de superar as incertezas e os custos de coordenação entre os diversos agentes do mercado: fornecedores, distribuidores etc. Construiu, assim, o seu império. Entretanto, mais tarde, não resistiu à estrutura divisional, mais focalizada, da General Motors (Pinheiro, 1999).

Segundo Meireles (2008), no Brasil, a noção de terceirização foi trazida por multinacionais por volta de 1950, pelo interesse que tinham em se preocupar apenas com a essência do seu negócio. As empresas que têm por atividade limpeza e conservação também são consideradas pioneiras na terceirização de serviços no Brasil, pois existem desde cerca de 1967.

Uma forma de terceirização mais recente citada por Druck (1999), que se faz presente desde o início da indústria automobilística no Brasil, é a conhecida rede de fábricas fornecedoras de autopeças para as empresas montadoras de automóveis, passando a fazer parte da estrutura produtiva do setor.

Esse tipo de terceirização é constituído por empresas em geral bem organizadas, pequenas e grandes, com a participação de capitais multinacionais. Embora os fornecedores produzam independentemente, isto é, tenham a sua própria instalação, com maquinário e mão-de-obra, têm sua produção voltada, quase exclusivamente, para as grandes empresas contratantes.

Segundo Pochmann<sup>6</sup> (2007, apud Marcelino, 2007, p. 14), o avanço da terceirização no Brasil somente ocorreu na década de 1990, depois do Plano Real, e encontra-se intimamente associada ao ambiente de semi-estagnação da economia, de baixos investimentos e incorporação de novas tecnologias, bem como na abertura comercial e financeira dos mercados nacionais.

---

<sup>6</sup> POCHMANN, Márcio. (2007). Sindeepres 15 anos – a superterceirização dos contratos de trabalho. Disponível em: <http://www.sindeepres.org.br/v01/index/Pesquisa%20Marcio%20Pochman.pdf>.31p. Acesso em 29/07/2007.



Desde a década de 1990, observa-se uma forte tendência das grandes empresas reduzirem sua estrutura e terceirizarem suas atividades, inclusive atividades produtivas (RACHID et al., 2001).

O estágio atual da evolução da terceirização consiste no desenvolvimento de parcerias estratégicas. Até pouco tempo atrás era considerado como um axioma o fato de que nenhuma organização deveria terceirizar itens de competência essenciais para seu negócio, cuja função dá à empresa uma vantagem estratégica ou a torna única. Frequentemente, competência essencial também é definida como qualquer função diretamente ligada ao cliente. Ultimamente, por exemplo, algumas organizações estão terceirizando o serviço de assistência ao cliente, justamente pelo fato de ele ser tão importante (Handfield, 2006).

### **3.3 – Porque as indústrias procuram terceirizar parte de seus processos?**

Terceirizar pode significar expandir uma operação ou racionalizar uma operação já existente. Por exemplo, se uma capacidade insuficiente de produção for um obstáculo para uma expansão, terceirizar a produção pode ser uma maneira de expandir. Se os custos de produção são menores em outra organização, terceirizar a produção pode ser uma maneira de racionalizar uma operação existente (Rundquist, 2003). As forças que levam uma empresa a terceirizar um processo interno podem ser uma combinação de problemas financeiros, necessidade de um foco mais claro no negócio principal da empresa e considerações de eficiência de custo (Brandes, 1997).

Um importante objetivo da terceirização, não exclusiva do processo brasileiro, mas também presente em nosso país é a descentralização dos riscos de produção e de distribuição de bens e serviços. Por este motivo, a terceirização tem sido vista pelas empresas como um estabelecimento de parcerias no interior do processo produtivo. Ao invés do modelo de organização vertical das atividades produtivas, onde a meta era uma empresa abranger todo o processo, conforme exigia o modelo fordista, é corrente nos dias de hoje o movimento de desverticalização das atividades (Dieese, 2003).

Muitas empresas passaram a adotar uma estratégia voltada a uma maior descentralização produtiva. Para isso passaram a se concentrar em seu negócio principal (“core business”), e, em paralelo,

terceirizam atividades/serviços de apoio ou peças/componentes/subconjuntos dos produtos finais (Amato Neto, 1995). A idéia básica da terceirização é fazer com que a empresa direcione todas as suas forças para a sua atividade principal e receba de terceiros os produtos/serviços que não estão diretamente ligados ao seu negócio central (Hernandez, 2003). Por exemplo, uma empresa que tem como seu negócio central o fornecimento de sistemas de freio diretamente às montadoras, pode terceirizar a usinagem de seus componentes e focar os seus recursos (equipamentos e funcionários) no desenvolvimento de sistemas de freio mais eficientes e de mais baixo custo.

Quando uma empresa terceiriza um processo/produto, não significa que os mesmos não sejam importantes para eles, mas sim que existem organizações no mercado melhor preparadas para executar essas tarefas (Kuchenbecker, 2006).

A terceirização de atividades pode também ser uma alternativa, tanto para sobreviver quanto para vencer num mercado que apresenta mudanças constantes e velozes, portanto caracterizado pela instabilidade. Neste ambiente, as empresas para serem bem sucedidas devem ser flexíveis, isto é, capazes de responder, sem prejuízo da qualidade e do prazo de entrega, a todas as variações requeridas pelo mercado: de volume, de mix, de distribuição geográfica, de inovação etc. Para ser flexível e eficiente, a empresa deve atuar sobre o seu núcleo de competência, a sua capacitação-chave, alocando todos os esforços (ativos, inteligência, estratégias, alianças, pesquisa e desenvolvimento etc), isto é, focalizar a sua atividade, adquirindo identidade bem definida, tanto interna, junto ao seu quadro de pessoal, quanto externamente, para os clientes, fornecedores e comunidade em geral. As demais atividades, não integrantes de seu núcleo de competência, devem ser terceirizadas para as empresas cuja razão de ser seja a busca da excelência sobre tais competências (Pinheiro, 1999).

Hernandez (2003) cita que ninguém consegue realizar tudo muito bem e ao passar para um terceiro especializado uma atividade que não é a atividade principal da empresa, cada organização poderá executar apenas as atividades de seu maior interesse ou habilidade, que são o núcleo do seu negócio, e, assim, terão maior chance de ter produtos finais com qualidade, especialização e inovação. Dessa forma a terceirização proporciona maior flexibilidade, agilidade e transformação ao sistema produtivo, resultando assim em uma vantagem competitiva para a organização.

Com a terceirização, a empresa concentra-se no seu produto estratégico, naquilo que é capaz de fazer melhor. As tarefas secundárias e auxiliares são realizadas por empresas que se especializaram de maneira mais racional e com menor custo (Faria<sup>7</sup>, 1994, apud Kuchenbecker, 2006).

A decisão de terceirizar também está ligada a um dos aspectos mais importantes da estratégia de manufatura de grandes empresas, que é a decisão de produzir ou comprar. Esse processo torna-se ainda mais complicado no caso da fabricação de produtos para a indústria automobilística, pois pode envolver grande variedade de componentes, peças e subsistemas (Amato Neto, 1995).

Há diversas razões que podem levar uma organização a terceirizar uma de suas atividades. Segundo Dieese (2003), Handfield (2006) e Queiroz (1992), como principais razões para terceirização, podem-se citar:

- Liberar recursos para outros propósitos: muitas empresas têm outras atividades além do seu negócio principal, e a terceirização pode ser uma maneira de fazer com que a empresa foque seus recursos no seu negócio principal;
- Divisão de riscos: terceirizando as empresas podem dividir todos os riscos governamentais, econômicos, de mercado, financeiros que ocorrem quando em um negócio;
- Acelerar o processo de reengenharia: quando a direção da empresa verifica que uma função interna não está atendendo as normas mundiais de mercado e que uma reengenharia é necessária, a terceirização é muitas vezes uma maneira imediata de atingir os resultados esperados. Processos de reengenharia levam muito tempo para serem postos em prática e mais tempo ainda para se ter o retorno dos benefícios, e terceirizar esse processo para uma empresa que já atende as normas mundiais exigidas pelo mercado é muitas vezes a melhor solução;
- Concentrar esforços no que é definido como vantagem competitiva, transferindo o conjunto de atividades que não correspondem ao foco do seu negócio, sejam elas de apoio, ou mesmo de produção, para outras empresas;

---

<sup>7</sup> FARIA, A. Terceirização: um desafio para o movimento sindical. In: MARTINS, H. H. T. S.; RAMALHO, J. R. (Orgs.). Terceirização: diversidade e negociação no mundo do trabalho. São Paulo: Hucitec, 1994.

- Reduzir custos ou transformar de custos fixos em custos variáveis;
- Auxiliar em uma função que é difícil gerenciar ou está fora de controle: empresas podem terceirizar funções que não são eficientes internamente. Entretanto, a terceirização dessa função será apenas uma solução temporária para o problema. Muitos dos problemas que existem internamente podem persistir externamente, e ficarão muitos mais difíceis de ser controlados uma vez que o processo está terceirizado;
- Usar recursos que não estão disponíveis internamente: empresas irão terceirizar caso não possuam os recursos necessários para desempenhar as funções de maneira eficiente e rentável. Não possuir os recursos inclui não possuir dinheiro, estrutura física ou tecnologia necessários. Uma análise de custo benefício deve ser feita para avaliar se num longo prazo não seria mais rentável e vantajoso adquirir os recursos necessários para trazer o processo de volta para dentro da empresa;
- Reduzir e controlar custos operacionais: essa é provavelmente a razão número um pela qual as empresas terceirizam suas atividades. Muitos terceiros têm tecnologia e conhecimento para realizar certas funções de maneira mais eficiente e barata do que se fossem realizadas internamente.
- Fazer com que recursos de capital se mantenham disponíveis: a empresa irá terceirizar atividades com o objetivo de evitar ter que pagar por equipamentos, tecnologia, ou P&D necessários para desenvolver tais funções.
- Simplificar processos produtivos e administrativos;
- Otimizar o uso de espaços colocados em disponibilidade. A terceirização de atividades menos estratégicas pode disponibilizar espaços na organização para que atividades mais estratégicas sejam expandidas;
- Ter acesso a tecnologia e processos de “classe mundial”;
- Reduzir mobilização sindical (Kuchenbecker, 2006).



Figura 3.1 – Razões para a terceirização.

Handfield (2003) cita que algumas das principais razões que levaram empresas a terceirizarem no passado foram a redução do quadro de funcionários e a redução de custos. Handfield (2003) cita também que atualmente a principal razão para a terceirização tem sido estratégica, fazendo com que as empresas dêem mais foco nas atividades fim, gerando mais qualidade e competência internamente no que realmente é a atividade principal da empresa.

Ao terceirizar um ou mais processos, as organizações esperam obter vantagens competitivas após concluído todo o processo de terceirização. Segundo Dieese (2003), Handfield (2006), Amato Neto (1995), Brandes (1997) e Queiroz (1992), os benefícios esperados com a terceirização são:

- Maior eficiência, com a adequação da relação “volume produzido X retorno obtido” em cada fase do processo produtivo, de forma a atingir o volume de produção ideal em cada etapa, e terceirizando as etapas que não atingem a escala mínima;

- Maior facilidade em atingir outros clientes potenciais do mercado, e não se restringir a atender os processos internos à empresa, através de “unidades focalizadas”, que se dedicam ao desempenho de uma atividade exclusiva;
- A gestão empresarial é facilitada, reduzindo a quantidade e diversidade das atividades para organização da produção;
- A empresa ganha fôlego para sobreviver às crises, devido à facilidade e à rapidez para o cancelamento dos serviços terceirizados, em contraposição à dificuldade e morosidade em se desfazer de ativos;
- Diminuição de gastos por meio de parcerias de desenvolvimento tecnológico entre empresas contratantes e fornecedoras;
- Aceleração dos projetos e mais velocidade para entrar com os mesmos no mercado;
- Transferência de conhecimentos do fornecedor para os funcionários permanentes da empresa;
- Redução de custos e melhor controle de desempenho e qualidade, dada a redução da quantidade de processos envolvidos na produção;
- Redução dos riscos de altos investimentos, principalmente se comparado a uma planta totalmente verticalizada;
- Descentralização gerencial, tornando o sistema produtivo bem mais eficaz. A busca de produção de peças com qualidade totalmente assegurada ou com zero defeito torna-se cada vez mais facilitada nas unidades industriais de menor porte;
- Proporciona a somatória das qualidades do terceiro na atividade meio;
- Maior foco no negócio da empresa e em seus recursos disponíveis.

Não há um critério simples para conduzir uma análise entre terceirizar ou produzir internamente. Os benefícios associados à terceirização são inúmeros, e devem ser avaliados individualmente para cada projeto. Custos operacionais crônicos que podem ser evitados quando terceirizado o processo devem ser sempre considerados. A terceirização é uma ferramenta que pode proporcionar às organizações maior eficiência, flexibilidade e redução de custos (Handfield, 2006).

As empresas devem considerar a terceirização quando se acredita que determinadas funções de sustentação podem ser realizadas mais rapidamente, com menor custo, ou com maior qualidade, por uma organização exterior. As tarefas que não são competências do núcleo da organização são candidatas a serem terceirizadas. (Kuchembecker, 2006)

### **3.4 – Riscos do processo de terceirização**

Apesar do processo de terceirização ter muitas vantagens, há riscos que devem ser sempre considerados. Um processo de terceirização mal planejado pode levar a resultados muito abaixo do esperado e a um retorno prematuro do processo do terceiro de volta para a empresa.

A terceirização pode ser um excelente modo de aperfeiçoar os processos, mas, ao mesmo tempo, se aplicada de modo incorreto, também pode fazer com que as empresas percam conhecimento e habilidade, ambos difíceis de recuperar.

Muitas vezes não é possível encontrar o parceiro ideal para o processo de terceirização. Isso faz com que o baixo nível gerencial dos fornecedores, o seu pouco empreendedorismo e a falta de formação de seus empregados sejam riscos potenciais para o sucesso do processo de terceirização (Kuchenbecker, 2006). Dentre os riscos potenciais do processo de terceirização pode-se citar:

- Risco de dependência: especialmente quando a empresa necessita ter mais conhecimento para entender, analisar e controlar as atividades dos fornecedores (Kakabadse & Kakabadse<sup>8</sup>, 2003; apud Salma et al, 2007).
- Risco de perder o controle da atividade: ocorre quando devido à falta de supervisão direta, o responsável direto pela terceirização não tem a possibilidade de controlar o processo

---

<sup>8</sup> Kakabadse N., Kakabadse A., “Outsourcing best practice: transformational and transactional considerations”, Knowledge and process management, Vol 10, Issue 1, pp. 60-71, 2003.

depois da execução da atividade terceirizada (Barthélemy & Geyer<sup>9</sup>, 2001; Elmuti and al<sup>10</sup>, 1998; apud Salma et al, 2007).

- Risco de perda de “know-how”: a perda desse valor muitas vezes leva à posterior perda de competitividade (Kotabe & Murray<sup>11</sup>, 1990; apud Salma et al, 2007).
- Risco de queda de performance: situação na qual a empresa terceira entrega um serviço ou produto que não corresponde ao que foi definido nas especificações de contrato (Quélin and Barthélemy, 2006; apud Salma et al, 2007).
- Risco social: a operação de terceirização muitas vezes é acompanhada de cortes internos de mão-de-obra que pode ter influência negativa nos trabalhadores que continuam na empresa (Salma et al, 2007).
- Risco de falência da empresa terceira (Quélin and Barthélemy<sup>12</sup>, 2006; apud Salma et al, 2007).
- Riscos de custos ocultos: estudos mostram que a terceirização muitas vezes não leva à redução de custos esperada, resultando em um inesperado aumento de custos, levando o processo de terceirização ao fracasso (Salma et al, 2007).
- Risco de irreversibilidade: a perda de conhecimento (Quinn & Hilmer<sup>13</sup>, 1994; apud Salma et al, 2007) e da capacidade de treinamento (Salma et al, 2007) pode fazer com que a decisão de terceirizar seja uma decisão irreversível.
- Risco de conflitos e diferenças de cultura: no cenário de uma relação de terceirização, o fornecedor muitas vezes deseja maximizar sua rentabilidade, o que pode ser muito prejudicial

---

<sup>9</sup> Barthélemy J., Geyer D., “An empirical investigation of IT outsourcing versus quasioutsourcing in France and Germany”, *Information and Management*, Vol 42, Issue 4, pp.533-542, 2001.

<sup>10</sup> Elmuti D., Kathawala Y., Monippallil M., “Outsourcing to gain a competitive advantage”, *Industrial Management*, 40 (3), pp. 20-24, 1998.

<sup>11</sup> Kotabe M., Murray J.Y., “Linking product and process innovations and modes of International sourcing in global competition: a case of foreign multinational firms”, *Journal of International Business Studies*, Vol 21 No. 3, pp.383-408, 1990.

<sup>12</sup> Quélin B., Barthélemy J., “L’art de la gestion des risques”, *Les Echos*, 2006.

<sup>13</sup> Quinn J.B., Hilmer F.G., “Strategic outsourcing”, *Sloan Management Review*, Summer, pp. 43-55, 1994.



para os interesses da empresa cliente, que está terceirizando o serviço ou produto. As diferenças culturais entre as empresas também podem dificultar em muito o processo de terceirização (Salma et al, 2007).

- Riscos decorrentes da economia global (Quélin & Barthélemy, 2006; apud Salma et al, 2007).

Todos esses riscos devem ser avaliados durante a etapa de planejamento do processo de terceirização. Handfield (2003) descreve os principais fatores que influenciam uma boa terceirização, e cita que as áreas críticas para um programa de terceirização de sucesso são as seguintes:

- Entender os objetivos e metas da empresa;
- Visão estratégica e planejamento;
- Selecionar o fornecedor certo;
- Um contrato apropriado e estruturado;
- Comunicação aberta com os grupos/indivíduos afetados;
- Suporte e envolvimento da alta direção;
- Atenção cuidadosa com assuntos pessoais;
- Justificativa financeira de curto prazo.

Apesar da justificativa financeira ser importante em todo processo de terceirização, Brandes (1997) cita que o processo de terceirização tende a ter mais sucesso quando o mesmo é baseado em decisões estratégicas que incluem considerações de eficiência de custos e núcleo do negócio ao invés de ser um plano emergencial para problemas financeiros.

Para o processo de terceirização ter sucesso, a empresa deve avaliar suas razões para a terceirização, os riscos e os benefícios que o processo pode ter na sua organização

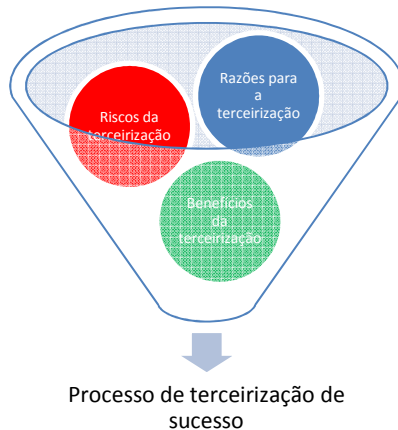


Figura 3.2 – Processo de terceirização de sucesso.

Com o objetivo de reduzir os riscos do processo de terceirização, no próximo capítulo será feita uma análise bibliográfica dos principais aspectos estratégicos, técnicos e ambientais diretamente relacionados à terceirização de um processo de usinagem.

## **CAPÍTULO 4 – Planejamento da Terceirização da Usinagem**

A terceirização da usinagem em uma empresa pode ser dada de diversas formas. Pode ser terceirizada a gestão das ferramentas de corte, a manutenção das máquinas ferramentas, pode até se terceirizar uma linha de produção inteira com um fornecedor. No presente trabalho, o foco será dado na terceirização da fabricação de componentes usinados.

No planejamento do processo de terceirização da usinagem foram considerados três aspectos principais: os aspectos estratégicos, técnicos e ambientais. Os aspectos estratégicos estão diretamente ligados à decisão de quem deve ser o parceiro no processo de terceirização e que tipo de relação deve ser estabelecido entre o cliente e o fornecedor. Os aspectos técnicos estão ligados à capacidade técnica que o fornecedor deve ter para que o processo de usinagem possa ser transferido para ele. Já os aspectos ambientais estão ligados ao tipo de controle e monitoramento que o fornecedor deve ter para que o processo de terceirização não tenha maior impacto ao meio ambiente em relação ao processo de usinagem realizado pelo cliente.

Há outros aspectos da terceirização do processo de usinagem que também são importantes como os aspectos logísticos e a manutenção dos equipamentos. Apesar da importância esses últimos aspectos não serão foco desse trabalho.

### **4.1 – Aspectos estratégicos**

Em um momento em que a concorrência entre as organizações é cada vez maior e a busca por diferenciais competitivos tem se tornado uma constante, o quesito “qualidade” do produto/serviço tem deixado de se tornar um diferencial para se tornar um requisito mínimo para entrar e competir no mercado. Com isso, o interesse e a busca pela qualidade é um objetivo bem claro dentro de toda organização, aparecendo na maioria delas como uma missão, visível e cobrada de todos os colaboradores (Ristof, 2008)

Como consequência da boa qualidade no produto/serviço, além da vantagem competitiva sobre os concorrentes, tem-se a redução dos custos de retrabalho, custos com garantias, refugos e, acima de tudo, o aumento da satisfação dos consumidores. Isto implica que o produto

deve ser entregue ao cliente com a garantia de que a satisfação deste será alcançada (Ristof, 2008).

Na busca pela qualidade é fundamental que as empresas e seus fornecedores estejam focados em atingir bons resultados. Não adianta ter internamente um foco forte em qualidade, se os produtos vindos dos seus fornecedores têm baixos níveis de qualidade. Por outro lado, também de nada adianta ter excelentes fornecedores e baixo nível de qualidade interno. Ambas as situações acima tendem a resultar em resultados insatisfatórios de qualidade para o cliente final.

Clientes e fornecedores devem estabelecer uma relação que seja mutuamente benéfica e devem se ajudar, melhorando os pontos frágeis de cada parte.

#### **4.1.1 – Relacionamento entre cliente e fornecedor**

Para que o processo de terceirização possa obter bons resultados tanto para o cliente quanto para o fornecedor, é fundamental um bom relacionamento entre as duas partes envolvidas. Esse relacionamento pode proporcionar a melhoria contínua dos processos e produtos, através da cooperação mútua. O 8º Princípio do Gerenciamento da Qualidade da ISO9000:2000 descreve esse aspecto da seguinte maneira: “Uma organização e seus fornecedores são interdependentes, e uma relação mutuamente benéfica melhora a habilidade de ambos criarem valor” (Cianfrani et al.<sup>14</sup>, 2002, apud Hernandez, 2003). Já a cláusula 6.6 da ISO9004:2000 diz que, para se obter benefícios mútuos da relação com fornecedores, deve-se (Cianfrani et al.<sup>14</sup>, 2002, apud Hernandez, 2003):

- Otimizar ou racionalizar o fornecedor;
- Estabelecer apropriados contatos entre o fornecedor e a organização (comunicação);
- Monitorar a qualidade do fornecedor;
- Encorajar o fornecedor a implantar atividades de melhoria contínua;

---

<sup>14</sup> Cianfrani, A. C., Tsiakals, J. J., West, J. E. The ASQ ISO 9000:2000 Handbook. ASQ Quality Press Publications, 2002, 911p

- Ser parceiro do fornecedor no projeto ou na fase de desenvolvimento para assegurar a qualidade do produto e da manufatura;
- Reconhecer ou recompensar os esforços dos fornecedores.

Com base na importância de um relacionamento benéfico entre cliente e fornecedor e no princípio da melhoria contínua, será discutido a seguir como as competências podem ser aprimoradas e transferidas nesse relacionamento.

#### 4.1.2 – Desenvolvimento de competências

Em relações de longo prazo entre cliente e fornecedor, é muito importante o desenvolvimento de competências. Numa relação de curto prazo, o foco é baseado unicamente no produto, porém numa relação de longo prazo, experiência e recursos têm sua importância aumentada. Unicidade e raridade de recursos são algumas das razões que tornam algumas empresas constantemente melhores que outras, por isso é importante que cliente e fornecedor estabeleçam uma relação única e eficaz perante seus competidores. Segundo Müller et al. (2003), há quatro diferentes maneiras que a organização pode usar para suprir suas competências internas e também aprimorar a competitividade:

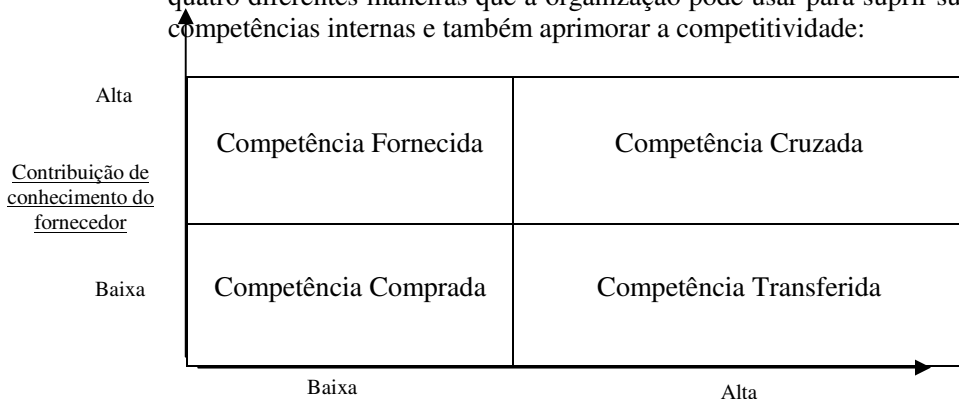


Figura 4.1 – Contribuição das competências na relação cliente e fornecedor. Fonte: Müller et al., 2003

- I. Competência comprada se refere à situação no qual tanto a contribuição de conhecimento do cliente como o do fornecedor é mínima. O serviço fornecido não é necessariamente de baixa tecnologia, mas o cliente não requer conhecimento da tecnologia por trás do produto ou processo do fornecedor. Nesse caso, cabe ao fornecedor a responsabilidade de dominar a tecnologia por trás do produto. Se o fornecedor não for competente o suficiente para desenvolver tal competência, o cliente irá adquirir a competência de outro fornecedor.
- II. Competência transferida se refere à situação na qual o cliente transfere recursos especializados complementando os recursos que o fornecedor possui. Tipicamente, situações dessa natureza são dadas por terceirizações de processo produtivo nas quais tarefas de desenvolvimento ou produção são transferidas para o fornecedor. Para o fornecedor executar a tarefa ele precisa primeiramente ser treinado pelo cliente. As expectativas do cliente dependem muito da habilidade do mesmo em transmitir experiência e informação.
- III. Competência fornecida é em muitos aspectos o oposto da situação de competência transferida. Na situação de competência fornecida é a corporação do cliente que progride no relacionamento via transferência de experiência por parte do fornecedor. Essa transferência de experiência pode ser de maneira direta (treinamento, demonstrações, etc.) ou indireta, inserida através de um produto entregue pelo fornecedor. Nesse tipo de relação, a competência do fornecedor constitui a fundação ou base do produto do cliente. Devido a isso, é crucial que mecanismos apropriados de transferência de informação e conhecimento sejam estabelecidos entre cliente e fornecedor.
- IV. Competência cruzada é usada para descrever situações em que tanto cliente quanto fornecedor proporcionam uma contribuição no relacionamento. A contribuição de experiência das partes é tão complementar que é esperado efeito de sinergia na parceria. Os recursos resultantes dessa interação somente podem ser criados em uma configuração muito precisa. Se uma das partes se desligar do relacionamento, então a competência acumulada será perdida. Esse tipo de desenvolvimento somente pode ser

alcançado se for suportado por investimentos extensos e por uma relação de longo prazo.

Dentro dessas quatro maneiras é importante avaliar em qual dos casos estará situada a empresa que pretende terceirizar um serviço de usinagem.

No processo de terceirização de um componente usinado, pode ser importante que o fornecedor tenha certas competências como: um bom gerenciamento de suas ferramentas de usinagem, planejamento para usinagem econômica, processos de usinagem ambientalmente corretos etc. Muitas dessas competências são de vital importância para que o fornecedor tenha um processo eficiente, com qualidade e de baixo custo e para que possa estabelecer uma relação de longo prazo com o seu cliente.

Tanto para a organização, quanto para o fornecedor, é importante que sejam mantidas as competências essenciais após o processo de terceirização. Hamel e Prahalad<sup>15</sup> (1995, apud Hernandez, 2003) definem o conceito de competência essencial como “aquilo que mais contribui para o valor percebido pelo cliente”. Prahalad<sup>16</sup> (1997, apud Hernandez, 2003) explica ainda que competência essencial é o que a empresa sabe fazer de melhor. As competências essenciais de uma empresa a diferenciam das demais e geram vantagens competitivas. Todavia, para que uma competência torne-se uma fonte de vantagem competitiva sustentável, é preciso que seja valiosa, rara e implique em dificuldade ou alto custo para ser copiada.

Segundo King et al.<sup>17</sup> (2002, apud Hernandez, 2003), para determinar o valor de uma competência como fonte de vantagem competitiva, deve-se considerar três aspectos:

---

<sup>15</sup> Hamel, G. e Prahalad, C. K. Competindo pelo futuro: Estratégias inovadoras para obter o controle do seu setor e criar os mercados de amanhã. São Paulo: Editora Campus, 1995, 377p.

<sup>16</sup> Prahalad, C. K. A competência essencial. HSM Management. ano1, n.1, mar/abr1997.

<sup>17</sup> King, A. W., Fowler, S. W., Zeithaml C. P. Competências organizacionais e vantagem competitiva: O desafio da gerência intermediária. RAE – Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v.42, n.1, pp.36-49, jan./mar. 2002.

- O caráter tácito. As competências tácitas baseiam-se em conhecimentos mais intuitivos, que não podem ser totalmente expressos e, por isso, difíceis de serem reproduzidos; já as competências explícitas podem ser divididas em partes ou codificadas em grupos de regras, podendo ser divulgadas verbalmente ou na forma escrita. Por isso, o caráter tácito de uma competência é de extrema relevância na identificação do seu valor;
- Robustez. A robustez caracteriza a suscetibilidade de uma competência às mudanças no ambiente. Competências robustas não dependem de um conjunto determinado de circunstâncias externas; apresentam, portanto, mais chances de manter seu valor diante de mudanças no ambiente externo. A robustez aumenta o valor da competência, conferindo-lhes maior durabilidade;
- Fixação. A fixação de uma competência compreende a possibilidade dela ser transferida para outra empresa. A sua mobilidade pode ser fixa ou móvel. As competências ligadas ao conhecimento e às habilidades dos funcionários são consideradas as mais móveis, devido à própria mobilidade dos funcionários. Tais competências podem desaparecer caso os funcionários saiam da empresa. Por outro lado, as competências vinculadas à missão, à cultura ou aos valores da empresa são extremamente fixas e, por isso, têm maior relevância na identificação do valor de uma competência.

Quinn e Hilmer<sup>18</sup> (1994, apud Hernandez, 2003) advertem que a terceirização de atividades ligadas à competência da empresa, com o passar do tempo conduziria a uma queda inevitável destas competências, diluindo o diferencial desta empresa em relação às concorrentes, fragilizando-a e diminuindo sua capacidade de competir.

## 4.2 – Aspectos Técnicos

Usinagem é um termo genérico designado para descrever o processo de remoção do material de uma peça, conferindo-lhe forma,

---

<sup>18</sup> Quinn, J.B., Hilmer, F.G. Strategic outsourcing. Sloan Management Review. v.36, 1994. In Simões Jr.



dimensão acabamento, ou uma combinação qualquer desses três itens (Souza, 2004). O processo de usinagem é classificado em usinagem com ferramenta de geometria definida, com ferramenta de geometria não definida ou usinagem não convencional. Nas aplicações industriais, a usinagem é usada para converter blocos metálicos fundidos, forjados ou pré-moldados em perfis desejados, com tamanho e acabamento específicos, de acordo com a necessidade do projeto (Souza, 2004).

É de vital importância que o fornecedor (terceiro) a ser selecionado tenha total conhecimento técnico a respeito do processo de usinagem, pois a falta desse conhecimento pode levar a um processo de baixa qualidade e de custo elevado, o que é totalmente indesejável tanto para a empresa contratante, como para a contratada (terceira). Neste sub-item será feita uma revisão bibliográfica dos seguintes conceitos técnicos ligados ao processo de usinagem:

- Usinabilidade;
- Fim de vida da ferramenta;
- Usinagem econômica;
- Gerenciamento de ferramentas;

#### 4.2.1 – Usinabilidade

O desenvolvimento tecnológico na área de usinagem envolve novos materiais e ferramentas, máquinas e processos cada vez mais modernos. O domínio de novas tecnologias é essencial que se possa ter conhecimentos teóricos e práticos dos fenômenos de usinagem, podendo assim gerenciar melhor suas informações e otimizar os resultados do processo (Schroeter, 2005). Para que se conheça bem um processo de usinagem, é fundamental que se conheça bem o conceito de usinabilidade de um material.

A usinabilidade interessa não somente aos fabricantes dos metais, como também aos consumidores, aos fabricantes de ferramentas, enfim, a todos aqueles que se envolvem na produção de peças por meio de formação de cavaco. Tem uma grande influência na produtividade de uma empresa, razão pela qual existe um enorme interesse em se estabelecer métodos de ensaio, que permitem determinar a usinabilidade de um material, quer no controle de qualidade de uma Metalúrgica, quer na inspeção de recebimento pelo comprador, em um tempo não muito longo e com relativa precisão. (Ferraresi, 1977)

Na usinagem de um metal, no início do corte, a ferramenta penetra no material da peça, e este se deforma elástica e plasticamente. Após ultrapassar a tensão máxima de cisalhamento do material, este começa a escoar. Dependendo da geometria da cunha de corte, o material deformado passa a formar um cavaco que desliza sobre a face da cunha de corte. O desempenho do material frente a esse trabalho de usinagem é que vai caracterizar a usinabilidade do mesmo (Baptista, 2002)

Stoeterau (2007) descreve que: “Na usinagem verifica-se que os diversos materiais se comportam de modo distinto, sendo que alguns podem ser trabalhados com grande facilidade, enquanto que outros oferecem uma série de problemas ao operador”.

A usinabilidade pode ser descrita como a medida de facilidade que um material apresenta na sua usinagem. A facilidade do material ser usinado depende das características do mesmo e da sua interação com o processo de usinagem (Ferraresi, 1977; Stoeterau (2007); Baptista, 2002)

Schroeter (2005) descreve usinabilidade como sendo todas as propriedades de um material que têm influência sobre o processo de usinagem.

Tão importante como as propriedades de desempenho (resistência mecânica, à corrosão, etc.), a usinabilidade deve ser sempre considerada na seleção e avaliação de materiais metálicos (Baptista, 2002). Deste modo, deve-se considerar as características exigidas pelo projeto e engenharia, que são as características técnicas, em seguida, devem ser considerados os aspectos de fabricação da peça, inclusive pensando nos equipamentos disponíveis em determinada instalação, que são as características tecnológicas e, por último, deve-se considerar o aspecto comercial (Baptista, 2002). No contexto de um processo de terceirização é fundamental que o conceito de usinabilidade seja bem conhecido tanto por parte da empresa contratante, como por parte da empresa contratada (terceira), pois, caso o mesmo seja desconsiderado, há chances de a empresa terceira selecionada não ter equipamentos adequados para a usinagem dos itens a serem terceirizados, ou de ocorrer um aumento no custo de fabricação do item terceirizado devido a uma escolha incorreta do material a ser usinado, assim como das ferramentas, fluido de corte, equipamentos e condições de usinagem (Baptista, 2002).

Para a avaliação da usinabilidade, geralmente são usados quatro critérios, que podem ser utilizados isoladamente ou em conjunto (Baptista, 2002; Stoeterau, 2007; Schroeter, 2005):

- Vida da ferramenta;
- Força de usinagem;
- Qualidade superficial da peça;
- Formação de cavacos (forma e tamanho dos cavacos).

Pode-se ter um material com uma boa usinabilidade quando se leva em conta uma propriedade de usinagem, como por exemplo a vida da ferramenta, e não possuir boa usinabilidade quando se leva em conta outra propriedade, como por exemplo a rugosidade da peça usinada (Matsumoto et al., 2005). Há diversos fatores que podem influenciar na usinabilidade, e dentre eles pode-se citar (Baptista, 2002; Stoeretau, 2007; Matsumoto et al., 2005; Schroeter, 2005; Ferraresi, 1977):

- Material da peça;
- Processo e condições de usinagem;
- Critério utilizado: ZV, ZS onde o índice "v" está para o desgaste, e o índice "s" para o cavaco e formação de cavaco (Schroeter, 2005).

Segundo Ferraresi (1977), com relação ao material da peça, os fatores que mais influem a usinabilidade são:

- Micro estrutura;
- Composição química;
- Dureza;
- Propriedades das tensões e deformações;
- Rigidez da peça.

Segundo Ferraresi (1977), os processos mecânicos e as condições de usinagem que mais influem na usinabilidade são:

- Material da peça;
- Condições de usinagem (velocidade, avanço, profundidade, geometria da ferramenta, etc.)
- Fluidos de corte;
- Rigidez da máquina, da ferramenta e do sistema de fixação da peça;

- Tipos de trabalhos executados pela ferramenta (operação empregada, corte contínuo ou intermitente, condições de entrada e saída da ferramenta).

Diversas ações podem ser tomadas para minimizar os efeitos da má usinabilidade, e dentre elas pode-se citar:

(a) Na ferramenta:

- Material: alterar material da ferramenta para um material mais adequado. Ex: na usinagem de materiais refratários, apenas uma pequena quantidade de calor é retirada da interface cavaco-ferramenta-peça através do cavaco e da peça usinada. Desse modo, grande parte do calor permanece na ferramenta, sendo necessária uma ferramenta de corte de um material que mantenha suas propriedades a altas temperaturas, como o metal duro ou cerâmica (Amorim, 2003).
- Geometria da ferramenta. Exemplo: para a usinagem de aço inoxidável é recomendado o uso de ferramentas com maior ângulo de folga, para minimizar os efeitos de plasticidade, aderência e arrancamento do cavaco sobre a ferramenta (Gennari, 1999).
- Uso de revestimento. Exemplo: o revestimento de TiC pode melhorar a usinabilidade de um material quando usinado em corte interrompido, pois o mesmo reduz o coeficiente de dilatação térmica da ferramenta (Schroeter, 2005).

(b) No processo:

- Velocidade: velocidades de corte muito baixas podem provocar a formação de gume postiço. Enquanto velocidades muito altas podem gerar calor excessivo na interface peça-ferramenta, prejudicando assim a usinabilidade.
- Avanço: para a usinagem de aços inoxidáveis é recomendado o uso de avanços maiores que na usinagem de aços carbono com o objetivo de minimizar o problema de encruamento de material (Gennari, 1999).

- Profundidade de corte: em muitos casos, a redução da velocidade de corte reduz os efeitos dos choques térmicos, levando a um melhor desempenho das ferramentas (Gennari, 1999).
- Uso de meios lubri-refrigerantes: os fluidos de corte podem ajudar a refrigerar a peça, reduzindo assim as deformações oriundas de grandes aquecimentos locais, melhorando assim a usinabilidade (Schroeter, 2005).

(c) No material da peça:

- Adição de elementos de liga. Exemplo: a adição de fósforo nos aços, em teores de até 0,1%, melhoram a usinabilidade (Schroeter, 2005).
- Controle no processo de obtenção/fabricação anterior: Exemplo: no caso dos ferros fundidos, a estrutura básica ferrítica tem melhor usinabilidade que a estrutura base perlítica (Schroeter, 2005). Também se pode citar a redução do teor de carbono no ferro fundido, que causa o aparecimento de carbono livre, fragilizando a matriz e conseqüentemente prejudicando a usinabilidade (da Silva, 2005).
- Alívio de tensões e tratamentos térmicos. Exemplo: estruturas revenidas podem ser usinadas cada vez mais facilmente, dependendo do teor de perda da estrutura martensítica (Schroeter, 2005).

Quando se discute o assunto usinabilidade, também é fundamental realizar ensaios para se ter resultados comparativos e determinar que condições resultam em uma melhor usinabilidade do material.

Nos ensaios de usinabilidade são empregados vários critérios independentes, que devem ser determinados um de cada vez (Schroeter, 2005). Segundo Ferraresi (1977), Tais critérios podem ser agrupados nos critérios básicos e específicos:

(a) Critérios básicos:

I. Critérios baseados na vida da ferramenta:

- Curvas de vida da ferramenta. Velocidade  $v_{60}$ .
- Método do comprimento usinado.
- Método do faceamento de BRANDSMA.
- Método do aumento progressivo da velocidade de corte.
- Método do aumento discreto da velocidade de corte.
- Ensaio de sangramento com ferramenta bedame.
- Método radioativo.

## II. Critérios baseados na força de usinagem:

- Método da pressão específica de corte.
- Método da tensão de cisalhamento.
- Método da força de avanço constante.

## III. Critério baseado no acabamento superficial.

## IV. Critério baseado na produtividade.

### (b) Critérios específicos:

#### I. Critério baseado na análise dimensional.

#### II. Critério baseado na temperatura de corte.

#### III. Critério baseado nas características do cavaco:

- Grau de recalque.
- Coeficiente volumétrico e forma do cavaco.
- Frequência e amplitude de variação da força de usinagem.

#### IV. Critério baseado na energia fornecida pelo pêndulo:

- Pêndulo de LEYENSETTER
- Pêndulo de EHRENREICH

O critério de usinabilidade utilizado deve ser escolhido da maneira mais adequada para avaliar o impacto da usinagem no produto, processo ou máquina-ferramenta.

Os resultados do ensaio de usinabilidade proporcionarão uma melhor seleção do material da ferramenta de corte e uma melhor escolha

dos parâmetros de corte, facilitando a produção de peças de acordo com as dimensões, forma e acabamento de superfície. Como resultado de ação pode-se fabricar componentes com o máximo de funcionalidade e intercambiabilidade, com baixo custo e alta produção (da Silva, 2005).

#### **4.2.2 - Vida da ferramenta**

Como vida da ferramenta pode ser considerado o período no qual uma ferramenta pode ser mantida usinando de forma econômica. É fundamental que a ferramenta de corte não ultrapasse o seu fim de vida, pois, após seu fim de vida, as condições de corte recomendadas pelo fabricante no processo de usinagem podem não ser adequadas, aumentando significativamente a chance de se produzir peças fora de especificação.

Para que a ferramenta de corte não ultrapasse seu fim de vida, diversos critérios são utilizados para determinar quando uma ferramenta deve ser substituída. Esses critérios são relacionados ao nível de desgaste na ferramenta, e suas consequências diretas, tais como (Ferrores, 1977; Stoeterau, 2007):

- Desvios nas tolerâncias dimensionais;
- Desvios nas tolerâncias geométricas;
- Perda de qualidade superficial da peça;
- Aumento no nível de vibrações no processo;
- Aumento no nível de esforços no processo;
- Aumento do custo de reafiação da ferramenta.

Para que as condições descritas acima não sejam atingidas, podem ser utilizados um ou mais critérios de fim de vida abaixo (Stoeterau, 2007):

- Falha completa da ferramenta;
- Falha preliminar da ferramenta;

- Desgaste de flanco (VB) ou de cratera (KT);
- Vibrações (monitoramento);
- Acabamento superficial ruim;
- Rebarbas;
- Alterações nos cavacos;
- Alterações nas dimensões de corte;
- Alterações nas forças de usinagem (monitoramento);
- Aumento nas temperaturas.

A determinação da vida pode ser feita através de testes de longa duração ou de testes rápidos. Testes de longa duração levam a resultados precisos, porém o tempo, quantidade de material e os custos são elevados. Já os testes rápidos são mais econômicos, porém só geram valores para comparação (Stoeterau, 2007).

Ferraresi (1977) descreve que para se calcular de maneira criteriosa o fim de vida da ferramenta, as empresas com operações de usinagem seriada deveriam possuir um pequeno laboratório para executar ensaios de usinabilidade em cada partida de material. Como esta solução é bastante onerosa para pequenas empresas, elas poderiam enviar amostras de cada partida de material a laboratórios especializados em ensaios de usinabilidade.

Com o resultado do cálculo da vida da ferramenta, as empresas de usinagem podem garantir um uso mais otimizado das ferramentas de corte, reduzindo assim o seu custo e garantindo um processo com qualidade.

#### **4.2.3 - Usinagem econômica**

Os primeiros estudos econômicos sobre usinagem dos metais foram realizados por Taylor nos EUA e Schlesinger na Alemanha (Ferraresi, 1977).

Lefeyensetter publicou em 1933 na Alemanha um artigo intitulado “A velocidade econômica de corte”. Nessa publicação o autor afirma que “a velocidade econômica de corte é aquela na qual é usinado



o máximo volume de cavaco, num determinado tempo total de usinagem”. Tal definição foi posteriormente abandonada, pois se refere à velocidade de corte para a produção máxima e não para um custo mínimo. Em seguida, foram realizados vários trabalhos por diversos pesquisadores e atualmente define-se a velocidade econômica de corte como aquela na qual o custo de fabricação numa empresa é mínimo (Ferraresi, 1977)

Já Coppini (2008) cita que o “lote econômico” define o número mínimo de peças que poderem ser usinadas para justificar os custos com o armazenamento da matéria-prima, com o estoque de peças acabadas, com peças em movimento e como “set up” das máquinas. São considerados, ainda, aspectos relacionados com a demanda da peça e os juros sobre os investimentos com os estoques mencionados.

Para se obter condições de corte otimizadas, é necessário ter conhecimento de leis de desgaste da ferramenta e de métodos de otimização.

Segundo Lawler<sup>19</sup> (1990, apud Ribeiro e Coppini), a união de todas as informações necessárias no plano de processo é um trabalho intensivo e requer um alto nível de experiência de fabricação. Os processistas determinam avanços e velocidades específicas para ferramentas, configurações de fixação, seqüências de fabricação e tempos de processamento.

Portanto, nas atividades do dia-a-dia de uma oficina, o processista deve controlar os custos de produção e os tempos de produção envolvidos na fabricação de peças metálicas. Muitos parâmetros influenciam a economia da usinagem, dentre os quais tem-se: o material da ferramenta, o material da peça, as características da máquina-ferramenta e os requisitos de usinagem (Fenton e Gagnon<sup>20</sup>, 1993, apud Ribeiro e Coppini)

Usinar uma peça de maneira econômica não consiste somente em realizar a operação de corte de maneira otimizada, mas também de otimizar as outras etapas em que não há o corte propriamente dito. Segundo Ferraresi (1977), o ciclo de usinagem de uma peça é constituído pelas seguintes etapas:

---

<sup>19</sup> LAWLER, B.D. Understanding generative process planning. *Machine Design*, v.62, n.9, p.50-54, May 10, 1990.

<sup>20</sup> FENTON, R.G., GAGNON, M.F.J. Computer-Aided Tool Material Selection for Metal-Cutting Operations. *Annals of the CIRP*, v. 42, n.1, p. 565-568 1993.

- a) Colocação e fixação da peça em bruto ou semi-acabada na máquina ferramenta;
- b) Aproximação ou posicionamento da ferramenta para o início do corte;
- c) Corte propriamente dito;
- d) Afastamento da ferramenta;
- e) Inspeção (se necessária) e retirada da peça usinada.

A redução do custo correspondente às fases b, d, e e pode ser obtida por meio de dispositivos especiais, controles de fácil acesso e manejo, aproximação rápida da ferramenta, mudança rápida de rotações e avanços (caso de máquina multi-ferramenta ou multi-árvores) e de um cálculo otimizado de trajetória da ferramenta antes e após o corte. A redução de custos das fases a e e pode ser conseguida através de dispositivos de colocação, fixação e retirada da peça (Ferraresi, 1977).

Conhecendo melhor o ciclo de usinagem pode-se otimizar as etapas da usinagem onde não há o corte propriamente dito da peça. Para otimizar os tempos de corte da peça, é possível utilizar a teoria da velocidade econômica desenvolvida por Taylor, onde identifica-se o intervalo de máxima eficiência para a adoção de uma velocidade de corte. O conhecimento deste intervalo permite adequar o fluxo de produção entre a máxima economia ou a máxima produtividade da usinagem, em função do que for mais interessante em um determinado momento (Marcondes, 2009).

De modo genérico, utilizando-se velocidades abaixo da de mínimo custo, a produção se encarece, devido ao tempo de usinagem que aumentará, gerando um custo maior por peça produzida, pois ao se distribuir o valor da hora/máquina por um menor volume de peças, cada peça, individualmente, custará mais. Por outro lado, ao se adotar velocidades acima da de mínimo custo, até um determinado ponto, obtém-se a vantagem de um volume maior de peças produzidas por hora, embora a um custo superior, devido ao aumento do consumo de ferramentas. Porém, quando a velocidade de corte for muito alta, fazendo com que as paradas de máquina para troca de ferramentas sejam tão frequentes que a produção horária de peças comece a cair, perde-se a vantagem mencionada anteriormente e fica-se apenas com o custo superior. Por esta razão, é interessante que se atue sempre entre os dois extremos, pois fora deles não se tem qualquer vantagem – nem economia, nem produtividade (Marcondes, 2009).

Ao identificar-se o intervalo mais eficiente para a adoção de uma velocidade de corte, pode-se obter maior economia e produtividade nas operações de usinagem (Marcondes, 2009).

Conforme já mencionado, velocidades de corte mais elevadas implicam custos com ferramentas mais dispendiosos; contudo, quanto mais próximo de zero for o lote de peças (lotes pequenos, de produção não seriada), relativamente menos importante se torna a resistência da ferramenta, pois, quando o volume de serviços é mínimo, o número de paradas de máquina para a substituição da aresta também tende a zero. Assim, se o lote for de uma única peça, ainda que se aumente consideravelmente a velocidade de corte, a máquina seria parada de qualquer forma ao término do trabalho (Marcondes, 2009)

Já para lotes muito grandes, justifica-se a utilização de um ferramental mais sofisticado e custoso, pois nesses casos até mesmo a construção de uma máquina ou célula especial para a produção dedicada pode tornar-se viável. O ganho de um segundo no tempo de usinagem de uma peça de lote único significa bem pouco; porém, o ganho desse mesmo tempo na produção de dois milhões de peças significaria a economia de dois milhões de segundos (ou 555 horas), que passaria a ser um valor significativo. Assim, quanto maior o volume de serviços, mais se torna interessante a utilização de ferramentas distintas para acabamento e desbaste, enquanto que para lotes pequenos a mesma ferramenta utilizada no desbaste pode ser também utilizada para o acabamento, economizando assim uma troca de ferramentas (Marcondes, 2009)

Na indústria de autopeças, além de se ter uma produção focada em grandes volumes, também é fundamental que a produção seja flexível para atender o novo conceito de produção que se estabeleceu com o sistema Toyota em detrimento ao modelo de produção concebido por Ford (dos Reis, 2008).

Com a introdução da flexibilidade, o lote econômico perdeu completamente sua validade. Isto ocorreu porque as empresas “montadoras” passaram a solicitar aos fornecedores o número de peças que realmente necessitam a cada momento ao longo de um período de tempo, número este que oscila continuamente em função da demanda, ora mais aquecida ora mais estanque. Os fornecedores de serviços de usinagem conhecem bem a demanda de seus clientes. Podem, portanto, arriscar-se em usinar peças considerando um estoque mínimo de controle baseado na média desta demanda (Coppini, 2008)

Para se adequar às exigências de flexibilidade, as máquinas e dispositivos de fixação devem se tornar mais flexíveis. Por mais que os equipamentos se tornem, o tempo de “set up” (preparação) ainda continua existindo e, em grande número de empresas, é um tempo relativamente alto com custos exagerados. A atividade de “set up” sempre existiu e continuará existindo e, mesmo sendo executada em um tempo considerado pequeno, envolverá recursos físicos e financeiros que nem sempre serão desprezíveis. O “set up” não agrega valor ao produto, mas é indispensável. Além dos custos envolvidos, existe a expectativa de lucro, intimamente ligada ao preço de venda das peças usinadas (Coppini, 2008).

Um conceito que foi criado para adequar a necessidade de, ao mesmo tempo, se ter que estabelecer um lote econômico e se adequar as exigências de flexibilidade dos cliente foi o conceito de Lote Ideal para Usinagem Flexível (LIUF). Seu conceito segue uma linha de aplicação muito parecida com a do Lote Econômico, ou seja, de definir qual seria o número mínimo de peças de um lote que equilibrasse os custos com o set up. A idéia do (LIUF) surge para permitir avaliar a relação entre o custo de set up com o preço de venda da peça a fabricar. O LIUF deve ser maior ou igual ao custo de set up dividido pelo preço de venda por peça. Ora, quanto menor for a relação entre o custo de set up e o preço de venda da peça, menor será o número de peças por lote programado sem que seja necessário alterá-lo para equilibrar custos. Evidentemente deve-se diminuir o tempo de set up ou aumentar o preço por peça ou, ainda, adotar ambas as medidas (Coppini, 2008).

Para que a usinagem seja feita de forma econômica é importante sempre estabelecer uma velocidade de corte entre a velocidade de máxima econômica e a de máxima produtividade, e também reunir esforços para reduzir ao mínimo os tempos nas etapas onde não ocorre o corte propriamente dito, em especial no “set up” e nas trocas de ferramentas. Também é importante adequar-se a flexibilidade exigida pelas empresas, sem deixar de usar da maneira mais econômica possível.

#### **4.4 – Aspectos Ambientais**

Até a poucos anos atrás, as indústrias tinham como objetivo principal a fabricação de produtos visando satisfazer aspectos tecnológicos e econômicos. Neste período a administração industrial era

dominada pelos "custos". Recentemente, os aspectos ambientais têm se tornado cada vez mais importantes dentro dos processos produtivos, somando-se aos aspectos econômicos e tecnológicos (Byrne et al.<sup>21</sup>, 1993; Weule<sup>22</sup>, 1993; apud Teixeira, 1999).

O mundo vem sofrendo profundas mudanças no ecossistema global, decorrentes das atividades humanas. As experiências dos países industrialmente desenvolvidos demonstram que a destruição da natureza compromete a existência das futuras gerações e a qualidade de vida no mundo atual (Ignácio, 1998).

O consumo de energia, a poluição do ar e os resíduos industriais têm despertado especial atenção por parte das autoridades públicas. Motivados pela pressão dos Órgãos Ambientais, os governantes têm elaborado leis cada vez mais rigorosas no sentido de proteger o meio ambiente e preservar os recursos energéticos, (Fecker<sup>23</sup>, 1992; apud Teixeira, 1999). Vinha<sup>24</sup> (2003; apud Faccin et al., 2009) afirma que as mudanças no comportamento empresarial em relação à gestão ambiental são motivadas por diversas fontes de pressão: sociedade, legislação ambiental e pela consciência de um risco de escassez.

Ressalte-se que à montante das montadoras, os fornecedores de materiais também precisam estar atentos às demandas de qualidade ambiental que passam a ser exigência em todo o setor. E isso significa adotar políticas e sistemas de gestão ambiental, desenvolver processos mais limpos, identificar os produtos de forma a facilitar a futura reciclagem, estar atento em relação ao design tanto para a montagem como para desmontagem do veículo ou do sistema, e adotar sempre que possíveis matérias-primas não tóxicas (Medina, 2002).

Tanto o cliente quanto o fornecedor têm responsabilidade sobre os possíveis impactos ambientais que podem ser gerados com a terceirização. Cabe ao cliente selecionar um fornecedor que seja capaz de atender a legislação ambiental em vigor e cabe ao fornecedor atender

---

<sup>21</sup> Byrne, G. & Scholta, E., Environmentally Clean Machining Processes-A Strategic Approach, Annals of CIRP, Vol. 42/1/93, p.471-474, 1993.

<sup>22</sup> Weule, H., Life Cycle Analysis-A Strategic Element for Future Products and Manufacturing, Annals of CIRP, Vol. 42/1/93, p.181-184, 1993.

<sup>23</sup> Fecker, I., How to Calculate an Ecological Balance, Eidgenössische Materialprüfungs St. Gallen, EMPA Report, Nr. 222, 19p., 1992.

<sup>24</sup> Vinha, Valéria. Economia do Meio-ambiente. Teoria e Prática. Rio de Janeiro, Elsevier, 2003.

tal legislação, e ter um processo que cause o menor impacto possível ao meio ambiente.

Para se ter um processo com menor impacto ambiental, é importante que sejam tomadas ações em diversas áreas. Naime<sup>25</sup> (2005, apud Hoff, 2008) cita que a soma das ações de controle, envolvendo a geração, manipulação, transporte, tratamento e descarte final traduz-se nos seguintes benefícios principais:

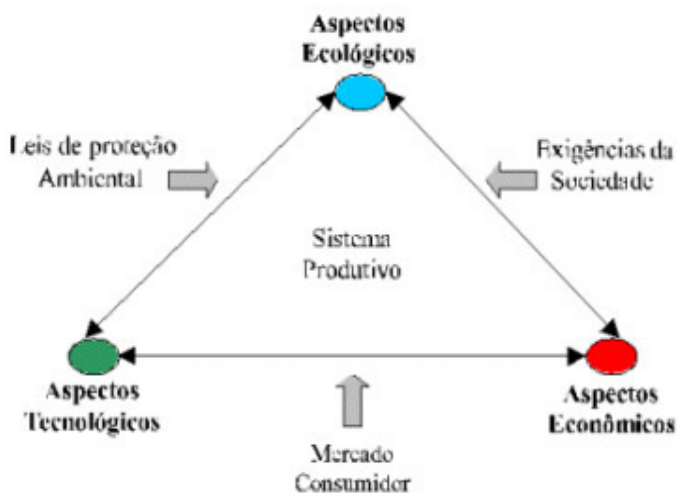
- Minimização dos riscos de acidentes pela manipulação de resíduos perigosos;
- Disposição de resíduos em sistemas apropriados;
- Promoção de controle eficiente do sistema de transporte de resíduos perigosos;
- Proteção à saúde da população em relação aos riscos potenciais oriundos da manipulação, tratamento e disposição final inadequada.
- Intensificação do reaproveitamento de resíduos industriais;
- Proteção dos recursos não-renováveis, bem como o adiamento do esgotamento de matérias-primas;
- Diminuição da quantidade de resíduos e dos elevados e crescentes custos de sua destinação final;
- Minimização dos impactos adversos, provocados pelos resíduos no meio ambiente, protegendo o solo, o ar e as coleções hídricas superficiais e subterrâneas de contaminação.

Pereira (2005) cita que as empresas devem sempre buscar garantir a qualidade dos seus produtos, dos processos e do meio ambiente, além de investir em sistemas ambientalmente corretos e no tratamento, reciclagem e reutilização dos seus resíduos.

Para que as empresas possam atender simultaneamente as exigências da sociedade, do mercado consumidor e as leis de proteção ambiental, é necessário que o seu sistema produtivo seja gerenciado com foco nos aspectos ecológicos, tecnológicos e econômicos, conforme descrito na figura 4.2.

---

<sup>25</sup> NAIME, Roberto. Diagnóstico Ambiental e Sistemas de Gestão Ambiental. Novo Hamburgo: Feevale, 2005



**Figura 4.2 - Fatores integrantes de um moderno sistema produtivo (Teixeira, 1997 apud Teixeira et al, 1999)**

Dentro dos aspectos ecológicos importantes está a implantação de um bom sistema de gestão ambiental. Segundo Catai et al. (2006), as empresas que implementaram o sistema de gestão ambiental conseguiram benefícios como:

- Manter ou aumentar a vantagem competitiva;
- Atender às expectativas do cliente/consumidor;
- Melhorar sua imagem institucional;
- Melhorar o desempenho ambiental;
- Manter a conformidade com a legislação;
- Maior organização interna;
- Redução de custos.

Além desses benefícios, a empresa também aprende a usar de maneira mais racional os seus recursos, diminuindo a quantidade de resíduo gerado e descartado e contribuindo com o meio ambiente e a sociedade.

O modelo de gestão ambiental mais difundido atualmente é o modelo baseado na norma ISO 14001. A obtenção da certificação ISO 14001 torna as empresas comprometidas com o meio ambiente e a

legislação ambiental aplicável. Este certificado é internacionalmente reconhecido, o que abre novos horizontes para a empresa em relação ao mercado exterior (Catai e Bianchi, 2007).

Ometto et al. (2007) descreve no seu trabalho que as demandas ambientais e sociais que são exercidas sobre as atividades humanas são incorporadas, algumas vezes, pela conscientização da função social da empresa ou, muitas vezes, por imposições legais. Nas atividades empresariais algumas incorporações ambientais são realizadas com objetivo de adquirir mercados que buscam produtos com qualidade ambiental. Contudo, a qualidade ambiental empresarial não pode ser entendida somente como um desdobramento da qualidade total, tendo como objetivo, apenas a satisfação imediata do cliente. O contexto de qualidade ambiental é muito mais amplo, pois leva em conta os impactos causados a todos os seres vivos, reconhecendo também os impactos sobre as futuras gerações (OMETTO et al., 2007).

Os aspectos ambientais devem ser cuidadosamente avaliados pelas empresas, já que, além da pressão da sociedade por produtos com qualidade ambiental, há uma grande exigência ao atendimento das leis ambientais. Ao terceirizar um processo/produto, a empresa está passando para um terceiro a responsabilidade com relação ao impacto ambiental gerado por tal processo ou produto. Isto leva à necessidade de avaliar se o terceiro tem condições de atender tanto as exigências ambientais legais, quanto as exigências ambientais da sociedade antes de finalizar o processo de terceirização.

#### **4.3.1 – Aspectos ambientais do processo de usinagem**

A tendência mundial é produzir peças cada vez mais sofisticadas, com elevado grau de tolerância geométrica, dimensional e acabamento superficial, com baixo custo e sem poluir o meio ambiente (Pereira, 2005). Essa tendência faz com que os processos de usinagem sejam foco de diversas pesquisas que buscam diminuir seu impacto ambiental, principalmente relacionado à grande quantidade de fluido de corte que normalmente é utilizado nos processos de usinagem.

Devido à maior consciência ambiental das empresas e da sociedade, e às leis ambientais cada vez mais rigorosas, os aspectos e impactos ambientais são de fundamental importância na terceirização de um processo de usinagem, já que tal processo pode gerar grande impacto ambiental caso não seja gerenciado de forma adequada.



A utilização de fluidos de corte no processo de usinagem faz da indústria metal mecânica potencial agressora do meio ambiente. Ao avaliar os impactos gerados pela utilização de fluidos de corte, devem ser considerados os dois principais efeitos: os nocivos à atmosfera e a degradação do solo e recursos hídricos (Oliveira e Alves, 2007).

Os três principais componentes da crise ambiental que a humanidade atravessa são a população, os recursos naturais e a poluição. Do equilíbrio entre estes três elementos dependerá a qualidade de vida no planeta e o desenvolvimento sustentável que atenderá às necessidades da geração atual, sem comprometer o direito das necessidades das futuras gerações.

Nesse contexto, a indústria mecânica precisa adequar seus processos, para diminuir o volume dos seus rejeitos, entre eles fluidos de corte (Gonçalves, 2007). Os fluidos de corte constam na lista dos principais agentes poluidores nos processos de usinagem, o que requer cuidados especiais de gerenciamento ambiental (Gonçalves, 2007). Schroeter (2005) cita também que grande parte dos fluidos de corte possui componentes que podem causar, além do impacto ambiental, doenças ao ser humano.

Segundo Catai et al (2002), para se ter uma ideia da nocividade dos fluidos de corte e de como eles são perigosos para o meio ambiente e para a saúde dos trabalhadores, basta dizer que se 1 litro de fluido de corte mineral entrar em contato com a água de um rio, serão contaminados cerca de 1 milhão de litros de água potável. Considerando-se que em várias partes do mundo ainda se sofre com a falta de água potável, essa contaminação é considerada crime de acordo com as leis ambientais em vigor.

Com o desenvolvimento da indústria mecânica, os fluidos de corte tiveram de ser aprimorados, e hoje existem produtos de composições complexas, com agentes químicos que variam de acordo com o tipo de operação a ser executada e os metais a serem trabalhados (da Silva e Bianchi, 2000). Os fluidos evoluíram tecnologicamente através de aditivação química, fazendo com que diversos produtos fossem empregados com fins específicos para melhorar o desempenho do fluido em cada operação de usinagem (Pytko et al.<sup>26</sup>,1994 e

---

<sup>26</sup> Pytko, S., Krawczyk, S., Labeledz, J., Marzec, S., Estimation of Cutting Resistance in Drilling with Application of New Cooling-Lubricating Substances, Tribologia, p.566-571, 1994.

O'Brien<sup>27</sup>, 1988; apud Teixeira, 1999). Esta evolução visou, em primeira instância, o aumento da eficiência dos fluidos de corte, deixando para segundo plano as conseqüências nocivas aos operadores e ao meio ambiente (Teixeira, 1999)

Atualmente, as pressões exercidas por agências de proteção ambiental e de saúde fazem com que os fabricantes de fluidos de corte ofereçam produtos mais saudáveis ao operador de máquinas-ferramenta e menos danosos ao meio ambiente (da Silva e Bianchi, 2000)

O comprometimento das empresas com o melhor entendimento do funcionamento dos métodos de utilização de fluidos lubri-refrigerantes abrirá caminhos para uma produção mais comprometida ambientalmente, permitindo a satisfação das necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer suas próprias necessidades, fazendo com que os processos de usinagem se tornem ambientalmente sustentáveis (Zeilmann, 2008).

Para se entender melhor o uso dos fluidos de corte, é importante avaliar seus seguintes aspectos:

- Funções básicas e classificação,
- Aplicação e manutenção desses fluidos,
- Descarte.

#### **4.3.2 – Funções Básicas e Classificação dos Fluidos de Corte**

Cada tipo básico de fluido de corte apresenta características, vantagens e limitações distintas. Segundo Runge e Duarte<sup>28</sup> (1990; apud Catai, 2007), os fluidos de corte podem ser agrupados em quatro tipos básicos:

- Óleos integrais: são basicamente óleos minerais puros ou aditivados;
- Emulsões que, por sua vez, se dividem em emulsionáveis convencionais ou semi-sintéticos e soluções (ou fluidos sintéticos);
- Gases;

---

<sup>27</sup> O'Brien, J.A., Lubricating Oil Additives, CRC-Handbook of Lubrication, Vol. II, Friction, Wear and Lubrication, 6º Ed., 1988.

<sup>28</sup> Runge, P.R.F.; Duarte, G.N.: Lubrificantes nas indústrias – produção, manutenção e controle. Triboconcept Edições Técnicas, p.71-171, 1990.

- Pastas e lubrificantes sólidos.

Desses fluidos, os mais largamente aplicados na indústria são os fluidos integrais e as emulsões. Motta e Machado (1995) detalham melhor o que são as emulsões e fluidos integrais:

a) Óleos integrais:

Os óleos integrais são basicamente óleos minerais puros ou com aditivos, normalmente de extrema pressão. Seu emprego nos últimos anos, como fluidos de corte, tem perdido espaço para óleos concentrados adicionados à água, devido ao seu alto custo em relação aos demais, aos riscos de fogo, ineficiência a altas velocidades de corte, baixo poder refrigerante e formação de fumos, além de oferecerem riscos à saúde do operador.

b) Emulsões:

Segundo Motta e Machado (1995), as emulsões são estão divididas em três tipos:

***Emulsionáveis*** – são compostos de óleos minerais adicionados à água na proporção de 1:10 a 1:100, mais agentes emulsificador que garantem a sua miscibilidade com a água. Os emulsificadores são tensoativos polares que reduzem a tensão superficial, formando uma película monomolecular relativamente estável na interface óleo-água. Assim, eles promovem a formação de glóbulos menores de óleo, resultando em emulsões translúcidas. Para evitar os efeitos corrosivos da água presente na emulsão empregam-se aditivos anticorrosivos, como por exemplo nitrato de sódio. São utilizados ainda biocidas, que inibem o crescimento de bactérias e fungos, os quais devem ser compatíveis com a pele humana e atóxicos.

***Semi-sintéticos*** – os fluidos semi-sintéticos ou microemulsões são também formadores de emulsões e se caracterizam por apresentar de 5% a 50% de óleo mineral no fluido concentrado e aditivos ou componentes químicos que verdadeiramente se dissolvem na água, formando moléculas individuais. A presença de uma grande quantidade de emulsificadores propicia ao fluido uma coloração menos leitosa e mais

transparente. A menor quantidade de óleo mineral e a presença de biocidas aumentam a vida do fluido e reduzem os riscos à saúde.

**Soluções** – os fluidos sintéticos são os representantes desta classe de óleo de corte, os quais não contêm óleo mineral em sua composição. Eles se baseiam em substâncias químicas que formam solução na água, sais orgânicos e inorgânicos, aditivos de lubricidade, biocidas e inibidores de corrosão, entre outros. Apresentam uma vida maior, uma vez que não são tão suscetíveis ao ataque de bactérias, e reduzem o número de trocas de óleo na máquina.

Além de entender a classificação dos fluidos de corte, é importante avaliar as principais funções dos fluidos de corte no processo de usinagem, as quais são (da Silva e Bianchi, 2000; Gonçalves et al, 2007 e Catai e Bianchi, 2007):

- Realizar a lubrificação da região de contato peça-ferramenta, reduzindo a fricção, minimizando a erosão e o desgaste da ferramenta;
- Reduzir o calor gerado pelo atrito, refrigerando a ferramenta, a peça e o cavaco gerado;
- Controlar o surgimento de gume postiço, no caso de ferramentas de geometria definida;
- Diminuir o desgaste e o consumo de energia, devido ao menor coeficiente de atrito na interface ferramenta-cavaco como resultado do efeito lubrificante;
- Proporcionar melhor acabamento na peça;
- Proteger contra a corrosão o conjunto constituído pela máquina-ferramenta-peça em produção e os cavacos;
- Lubrificar guias e mancais,
- Reduzir o custo da ferramenta na operação, uma vez que a redução do atrito na interface ferramenta-cavaco leva a um aumento da capacidade de produção da ferramenta durante a sua vida.

Devido aos benefícios gerados, os fluidos de corte são utilizados de maneira abundante nas operações de usinagem, permitindo atingir níveis de qualidade e produtividade satisfatórios. Embora os fluidos de corte tenham uma importância significativa nas operações de usinagem, os aspectos nocivos impõem a necessidade de soluções alternativas (Teixeira, 1999). Vários estudos foram realizados comprovando o

elevado grau de agressão dos fluidos de corte, tanto ao meio ambiente quanto aos trabalhadores, e apontam a necessidade de soluções no sentido de reduzir e/ou eliminar seu uso (Gonçalves et al, 2007; Catai e Bianchi, 2007; Thomé et al, 2007).

#### **4.3.3 – Seleção do Fluido de Corte**

A seleção do fluido deve levar em consideração o melhor desempenho e longevidade do fluido, o custo e os aspectos ambientais referentes aos fluidos de corte.

Considerando apenas o aspecto tecnológico do processo de usinagem, um fluido de melhor desempenho pode ser caracterizado como aquele que provoca uma vida mais longa da ferramenta, um melhor acabamento na superfície usinada, o alcance das tolerâncias requeridas e um melhor desempenho da máquina-ferramenta (Fernandes, 2007).

Considerando aspectos econômicos e ambientais, um fluido trabalha em condições ótimas quando permite a redução de custos operacionais e de impactos ao meio ambiente, aumentando as vantagens competitivas da fábrica. Para diminuir os custos operacionais o primeiro passo é escolher um produto que possa ser utilizado para diferentes materiais e operações de usinagem. Além disso, deve-se no monitoramento dos fluidos, visar manter suas propriedades físicas e químicas e, conseqüentemente, garantir um maior prazo de utilização do produto no chão de fábrica. Uma maior longevidade do fluido reduz o tempo de parada de máquinas e de manutenção, reduz a necessidade de reabastecimento e a quantidade a ser descartada. Isso diminuirá tanto os custos relacionados a essas práticas, como o impacto ao meio ambiente (Fernandes, 2007).

Segundo o Iowa Waste Reduction Center (2003), os seguintes fatores devem ser considerados na seleção dos fluidos de corte:

- Custo do galão;
- Custo de manutenção;
- Expectativa de vida útil;
- Compatibilidade do fluido com componentes de máquina, peça de trabalho e ferramenta;

- Parâmetros de corte passíveis de utilização;
- Taxa de alimentação de fluido de corte;
- Compatibilidade do fluido de corte com componentes da máquina, peça de trabalho e ferramenta;
- Parâmetros de corte passíveis de utilização;
- Taxa de alimentação de fluido de corte;
- Facilidade de limpeza do fluido de corte (remoção dos cavacos e outros resíduos de corte);
- Facilidade de limpeza da máquina-ferramenta e da peça em trabalho (remoção de filmes de fluido, que eventualmente permanecem sobre as superfícies após a usinagem);
- Faixa de temperaturas geradas pela operação;
- Concentração ótima;
- Faixa de variação do pH;
- Práticas de armazenamento;
- Facilidade de monitoramento e manutenção do fluido;
- Facilidade de reciclagem e descarte.

Outros aspectos que não podem ser deixados de lado na seleção do fluido de corte são a saúde e segurança do trabalhador. Por isso, sempre que possível, o fluido selecionado deve ser não tóxico, não inflamável e não emissor de névoa, minimizando os riscos de saúde e segurança do operador.

Além de uma boa seleção do fluido de corte, é fundamental que o seu gerenciamento seja feito da melhor maneira possível, otimizando o seu desempenho tecnológico, reduzindo seu custo operacional e seu impacto ao meio ambiente.

#### **4.3.4 – Aplicação e Manutenção dos Fluidos de Corte**

O fluido de corte é uma variável que influi diretamente na qualidade e acabamento superficial das peças, na produtividade, nos custos operacionais e também na saúde ocupacional dos operadores e no meio ambiente. Muitos aspectos dos problemas ambientais podem ser evitados ou controlados durante a sua seleção, aplicação e descarte (GONÇALVES et al., 2007). Para que esses problemas possam ser evitados, o fluido deve ser aplicado adequadamente e a sua manutenção deve ser realizada de forma que o fluido possa ter uma maior

longevidade, evitando assim o seu descarte prematuro e diminuindo o impacto ambiental de seu uso no processo de usinagem.

As propriedades requeridas dos fluidos de corte, como proteção contra corrosão, controle de estabilidade e rancidez, transparência e viscosidade e inocuidade à saúde do operador, estão diretamente relacionadas a características físicas e químicas dos fluidos. Assim, a qualidade da água, a concentração do fluido e seu pH, a presença de microrganismos, de “tramp oil” e partículas estranhas, são características que devem ser frequentemente monitoradas, sempre com o objetivo de preservar a qualidade do fluido e estender a sua vida útil (Fernandes, 2007). A seguir serão analisados alguns dos principais aspectos nos fluidos de corte que devem ser avaliados para que se possa ter um processo de usinagem eficiente.

#### Qualidade da água:

A qualidade da água é um aspecto importante a ser considerado na preparação de fluidos miscíveis em água. Parâmetros como dureza e quantidade de sólidos dissolvidos devem ser monitorados para se alcançar alto desempenho e estender a vida útil do fluido. A dureza é uma característica que afeta significativamente o desempenho do fluido. Ela é medida em função das concentrações de sais de cálcio, magnésio e ferro dissolvidos na água e é considerada ideal quando está na faixa de 80-125 ppm (Iowa Waste Reduction Center, 2003). Fluidos com concentração abaixo dessa faixa são mais susceptíveis à formação de espuma, principalmente em condições de excessiva agitação. Dureza acima dessa faixa pode causar a reação entre minerais dissolvidos e aditivos do fluido, reduzindo o desempenho do fluido (Iowa Waste Reduction Center, 2003).

Outro ponto que deve ser levando em consideração quando se trata de fluidos de corte miscíveis em água é a evaporação. A evaporação da água aumenta a concentração do fluido de corte. Quando a água é adicionada para repor as perdas por evaporação, minerais dissolvidos são adicionados, conseqüentemente aumentando a quantidade de sólidos dissolvidos (Iowa Waste Reduction Center, 2003). Ao repor perdas por evaporação, os operadores devem adicionar fluidos pré-formulados ao sistema, não apenas água. Água desmineralizada ou deionizada deve ser utilizada para impedir o aumento da quantidade de sólidos dissolvidos no fluido (Iowa Waste Reduction Center, 2003).

Manter uma concentração adequada é fundamental para assegurar qualidade do produto, maximizar vida útil da ferramenta e controlar as taxas de desenvolvimento de bactérias (Fernandes, 2007). Alta concentração reduz a dissipação de calor, favorece a formação de espumas e resíduos, além da alta incidência de gume postiço (Fernandes, 2007).

Perdas de água e concentrado ocorrem devido a espirros de fluido, a formação de névoa e ao arraste do cavaco (Gonçalves, 2007; Fernandes, 2007). Devido a esses fatores a concentração de fluido deve ser monitorada regularmente (Fernandes, 2007). O monitoramento deve fornecer dados que possibilitem o cálculo de água e concentrado que devem ser adicionados para manter o líquido em sua concentração de operação recomendada. Se forem observadas anomalias no fluido de corte miscível, as mesmas devem ser corrigidas, ajustando-se as concentrações com acréscimo de emulsão empobrecida ou enriquecida (Ganier, 1993).

A frequência recomendada de monitoramento da condição do fluido de corte é diária para pequenos reservatórios e máquinas isoladas e semanal para sistemas maiores (Fernandes, 2007).

### Microrganismos:

Além da qualidade da água e da concentração do fluido, deve-se ter cuidado quando se trata da manutenção do fluido de corte em relação à presença de microrganismos. Tal presença assume importância por constituir riscos à saúde dos trabalhadores, manifestados principalmente por infecções dermatológicas e respiratórias (Piubeli et al, 2002). O fluido de corte pode ser atacado por microrganismos que causam alteração nas propriedades iniciais do fluido, tornando-o instável, diminuindo assim seu período de uso no processo de usinagem. Em consequência disso, seu descarte torna-se inevitável (Piubeli et al, 2002).

Todo o fluido utilizado no trabalho com metais tem em comum susceptibilidade a proliferação de microrganismos. A emulsão, que necessita de diluição em água, é um ambiente físico e químico adequado para o crescimento microbiano, no que se refere à energia, nutrientes,



condições térmicas e pH (Passman<sup>29</sup>, 1988 e Morton<sup>30</sup>, 2001 apud Piubeli et al, 2002).

Os microrganismos são a principal causa de danos à qualidade do fluido. Todos os fluidos miscíveis em água são altamente susceptíveis à contaminação microbiológica, a qual pode reduzir significativamente a sua vida útil. Entre os tipos mais frequentes merece destaque a contaminação por fungos e bactérias.

Óleos lubrificantes e hidráulicos que escorrem da máquina (conhecidos como “tramp oils”) e outros contaminantes são alimentos para microrganismos e podem transformar reservatórios em locais de proliferação de bactérias (Fernandes, 2007). A multiplicação de bactérias leva à perda de propriedades do fluido, diminuindo o seu desempenho, além de causar problemas de mau odor e problemas de pele nos operadores (Fernandes, 2007 e Piubeli et al, 2002).

Outro problema causado pelas bactérias são os ácidos que as mesmas produzem, que podem dissolver cavacos e resíduos finos de corte, tornando o fluido mais tóxico. Além disso, bactérias podem escurecer o fluido significativamente, resultando em manchas nas peças (Fernandes, 2007).

Runge & Duarte<sup>31</sup> (1990) apud Piubelli (2002) descrevem que o ataque bacteriano resulta nas seguintes consequências nas emulsões ou soluções:

- Redução do pH. Em geral, as bactérias produzem materiais ácidos em consequência do metabolismo, o que resulta na redução do pH da emulsão;
- Maus odores. Resultam da presença de camadas de óleo contaminante, na superfície das emulsões, que exclui o ar e favorece a proliferação das bactérias anaeróbicas, que é acompanhado pelo aparecimento de gás mal cheiroso. Quando a camada de óleo é agitada, há a liberação do H<sub>2</sub>S produzido

---

<sup>29</sup> PASSMAN, F. J. Microbial problems in metalworking fluids. Journal of the society of tribologists and lubrication engineers, p.431-433, maio, 1988.

<sup>30</sup> MORTON, L.H.G. A potential method for the recognition of metalworking fluid spoilage organisms. Revista ELSEVIER, v.48, p.162-166, 2001

<sup>31</sup> RUNGE, P. R. F., DUARTE, G. N. Lubrificantes nas indústrias – produção, manutenção e controle. Cotia – SP: Triboconcept Edições Técnicas, 1990, p. 71-171.

durante a atividade das bactérias. Uma aeração contínua da emulsão durante a parada da máquina por períodos superiores a um dia reduz este problema;

- Instabilidade da emulsão. Como consequência do consumo dos emulsificadores da emulsão, inicialmente forma-se uma emulsão mais grossa (aumento do tamanho dos glóbulos de óleo). À medida que progride o consumo de emulsificadores, resulta a quebra da emulsão. A presença de bactérias redutoras de sulfato reduz a vida útil da emulsão devido ao consumo do enxofre dos emulsificadores. A redução do pH da emulsão devido à produção de ácidos, tem, por sua vez, efeito negativo sobre a estabilidade da emulsão;
- Corrosão nas peças. Esta pode ser causada pelo consumo de inibidores de corrosão, pela produção de materiais ácidos, que reduzem o pH da emulsão ( $H_2S$ ), pelo consumo de películas protetoras deixadas sobre as peças e pela oxidação do ferro (por ação indireta) para produzir ferrugem;

Outros agentes microbiológicos que causam a contaminação dos fluidos de corte são os fungos. Esses degradam o fluido, comprometem a ação dos aditivos inibidores de corrosão, formam massas lodosas que podem dificultar o escoamento do fluido através do sistema (Iowa Waste Reduction Center, 2003).

Para minimizar os problemas causados por bactérias e fungos aos fluidos de corte, é importante que haja um bom controle das condições biológicas do fluido, e também que sejam tomadas ações preventivas para evitar que os microrganismos não proliferem no fluido de corte. Convencionalmente, o controle biológico é feito através da combinação de práticas, incluindo controle de qualidade da água, controle da concentração de fluido e pH, manutenção rotineira dos equipamentos, adição de biocidas e aeração (Iowa Waste Reduction Center, 2003).

A adição de biocidas inibe o desenvolvimento de bactérias e fungos. Devido à grande variedade de bactérias que podem estar presentes no fluido, o uso de apenas um biocida pode controlar certas espécies e permitir a proliferação de outras. Assim, o uso ocasional de vários tipos de biocidas pode ser mais eficiente (Fernandes, 2007).

A aeração pode ser usada conjuntamente com biocidas no controle do desenvolvimento de bactérias anaeróbias, durante períodos de inatividade do fluido. A aeração oxigena o fluido, produzindo uma

atmosfera hostil à proliferação de tais bactérias (Iowa Waste Reduction Center, 2003).

Outro fator fundamental a ser controlado é o pH do fluido. Valores de pH acima de 7 representam soluções alcalinas, abaixo de 7 representam soluções ácidas e igual a 7, soluções neutras. Segundo Gonçalves et al (2007), o pH entre 8,5 e 9 dificulta o desenvolvimento das bactérias que prejudicam o fluido de corte. Essa faixa levemente alcalina otimiza a capacidade de limpeza do fluido, enquanto minimiza problemas de corrosão, dermatites e bactérias. Se o pH cai para valores abaixo de 8,5, o fluido perde eficiência, pode atacar metais ferrosos e a atividade biológica aumenta significativamente (Fernandes, 2007).

O valor do pH do fluido pode modificar-se devido à evaporação da água ou através do controle inadequado do desenvolvimento de microrganismos. Estes geram mau cheiro e reduzem o pH (por produzirem ácidos). Quedas no valor do pH geralmente indicam aumento da atividade biológica ou alteração na concentração devido à contaminação. Se ambos, pH e concentração diminuem, há contaminação no reservatório. Se a concentração permanece constante e o pH diminui, a atividade biológica aumenta significativamente (Iowa Waste Reduction Center, 2003).

Além do controle do pH e da adição de biocidas, é importante evitar o acúmulo de resíduos de corte e sujeira em um reservatório. Esse acúmulo disponibiliza uma área maior para a aderência de bactérias e fungos, impedindo que biocidas sejam eficientes nesses locais e facilitando a proliferação de microrganismos. Partículas acumuladas no fundo de reservatórios podem tornar o fluido séptico e/ou rançoso. Boas práticas de limpeza de reservatórios, máquinas e dutos ajudam a controlar o crescimento de fungos e bactérias no fluido de corte (Iowa Waste Reduction Center, 2003).

#### Saúde e segurança dos operadores:

Além dos problemas que os fluidos podem trazer para o processo de usinagem em si, os mesmos, caso não gerenciados de forma correta, podem afetar a saúde e a segurança dos operadores no processo. O correto gerenciamento do fluido de corte evita a proliferação de fungos e bactérias, que são uma das principais razões do desenvolvimento de doenças nos operadores de máquinas de usinagem.

Quanto à saúde dos trabalhadores, os principais problemas que os fluidos de corte podem causar são de ordem dermatológica e

respiratória, quando usados e descartados de forma incorreta e insegura. Por outro lado, já não se tem notícia há algum tempo de ocorrências de câncer causado pelo mau uso de fluidos à base de óleo (Catai e Bianchi, 2007).

Se o fluido de corte for utilizado de forma correta, dificilmente trará problemas para os trabalhadores e o meio ambiente. Mas é importante que sejam obedecidas e seguidas à risca todas as normas de segurança. Segundo Catai e Bianchi (2007), para evitar problemas de saúde e segurança com os fluidos de corte, devem ser adotados alguns cuidados em relação à segurança com sua utilização:

- Nunca se deve manusear o fluido em um local sem ventilação;
- Sempre que o fluido entrar em contato com a pele, deve-se lavar o local de contato imediatamente;
- Máscaras de proteção e luvas de segurança são recomendadas em todos os procedimentos.

### Limpeza:

Inspecção do fluido e limpeza do sistema são aspectos importantes no monitoramento da qualidade do produto, evitando possivelmente o descarte prematuro desse. Operadores e funcionários de manutenção devem estar atentos a sinais que indiquem necessidade de manutenção ou reciclagem do fluido (Fernandes, 2007).

Devem ser observados o excesso de “tramp oil”, resíduos de corte no reservatório, presença de espuma e névoa, vazamentos na máquina e a presença de outros contaminantes, como partículas de poeira e sujeira, produtos de limpeza, solventes, tabaco e resíduos de comida (Fernandes, 2007).

Como parte integral do programa de manutenção é essencial manter limpos os reservatórios, máquinas, as linhas de refrigeração e o ambiente de trabalho. Essa limpeza melhora o ambiente de trabalho, favorece a longevidade de uso do fluido de corte, e torna o processo de corte mais estável e fácil de controlar.

Em resumo, quando se trata de uma boa manutenção de fluidos de corte, é fundamental que sejam bem avaliados a qualidade da água, pH, microrganismos, saúde e segurança do trabalhador e os procedimentos de limpeza.

A manutenção adequada do fluido de corte é de fundamental importância, no sentido de aumentar seu tempo de vida útil, minimizar

sua ação sobre o ambiente e sobre a saúde do trabalhador (Piubeli et al, 2007).

### 4.3.5 – Reciclagem e Descarte dos Fluidos de Corte

Apesar de todos os esforços para conservar suas propriedades, funções e seu bom desempenho e estender ao máximo a sua vida útil, o fluido eventualmente alcançará um ponto onde a rotina de manutenção não é mais eficiente. Nesse estágio o fluido precisará ser reciclado, para a separação dos contaminantes, ou descartado (Fernandes, 2007).

Os fluidos devem ser reciclados antes que apresentem sinais significativos de degradação, uma vez que fluidos com quantidade excessiva de bactérias ou concentração elevada de “*tramp oil*” não podem ser restaurados (Fernandes, 2007).

Para que o fluido de corte não seja descartado prematuramente, é fundamental que a atividade microbiológica, concentração de pH e níveis de contaminação sejam monitoradas e gerenciadas de forma eficiente.

A contaminação e a degradação progressivas do fluido de corte alteram suas características, o que exige um reajuste periódico para se poder reciclar o fluido pelo maior tempo possível (Ganier, 1993).

Uma reciclagem adequada prolonga a vida útil dos fluidos de corte. No caso dos fluidos integrais, facilita a sua reutilização; no caso dos fluidos à base de água, reduz as necessidades de descarte. A reciclagem deve ser adequada aos tipos de fluido e às necessidades das operações de usinagem. É comum ocorrer, durante a operação, a contaminação do fluido de corte pelos óleos lubrificantes da máquina-ferramenta. Essa contaminação pode levar à perda das características originais e a consequente inutilização do fluido de corte (Gonçalves et al, 2007).

A frequência com que um fluido de corte precisa ser reciclado depende do tipo de fluido, da qualidade da água, da quantidade de contaminantes, do nível de utilização da máquina e do seu sistema de filtragem, das práticas de manutenção e do seu tempo em atividade. Fluidos menos estáveis e menos resistentes à contaminação microbiológica são menos capazes de resistir a repetidas operações, sendo reciclados com maior frequência e, por isso, são menos ecologicamente corretos (Fernandes, 2007).

Equipamentos de reciclagem estão disponíveis para a remoção de contaminantes e, geralmente, eles são de fácil operação e manutenção. A escolha do equipamento de manutenção depende das necessidades, objetivos e recursos da empresa. Alguns equipamentos típicos de reciclagem de fluidos de corte que podem ser citados são: filtros, centrífugas, “*skimmers*” e separadores magnéticos e de flutuação (Iowa Waste Reduction Center, 2003).

Se o fluido exibir qualquer das seguintes características, ele não deve ser reciclado. Ao invés disso, o fluido deve ser descartado e a máquina totalmente limpa antes de ser reabastecida com fluido novo (Iowa Waste Reduction Center, 2003):

- pH está abaixo de 8,0 (a faixa normal é entre 8,5 e 9,4);
- A concentração está abaixo de 2,0% (o normal é entre 3,0% e 12,0%);
- A aparência está entre cinza escuro e preto (o normal é leitoso esbranquiçado);
- O odor está fortemente rançoso ou azedo (normal é odor químico doce).

Caso seja necessário o descarte, os fluidos de corte podem ser dispostos depois de seu uso pela própria empresa ou por uma empresa especializada em disposição de resíduos (Gomes e Martins, 2007). O conteúdo do óleo pode ser quebrado/separado da emulsão por um tratamento de ácido ou sulfato de alumínio.

O descarte do fluido de corte é um processo indesejável, tanto pelo seu alto custo como pelos procedimentos legais que o envolvem, uma vez que deve ser feito por empresas especializadas e requer a análise e aprovação do órgão ambiental responsável (Piubeli et al, 2002). No passado era comum o descarte de fluidos de corte assim que eles apresentassem sinais de degradação e baixo desempenho. Era simplesmente mais fácil e mais econômico descartar e repor. Atualmente as empresas buscam implementar programas de gerenciamento, que conferem ao fluido maior vida útil e previnem problemas de poluição (Fernandes, 2007).

Atualmente, além das leis ambientais mais rigorosas, existe uma maior preocupação e consciência das indústrias e da sociedade com o meio ambiente, o que leva a busca de processos que geram menos impacto ao meio ambiente. A reciclagem do fluido de corte reduz o impacto e é economicamente vantajosa.

Programas eficientes conseguem manter o fluido de corte tão limpo como o produto inicial, prolongando a sua vida útil. Além da redução de fluidos residuais (fluidos que perderam a sua utilidade em função do mau uso e precisão ser descartados), existem outros incentivos para se estabelecer um programa de gerenciamento de fluidos, os quais incluem (Fernandes, 2007):

- Menor responsabilidade ambiental, devido à menor quantidade de fluidos residuais e, conseqüentemente, de descarte;
- A complacência com as regulamentações ambientais é mais fácil;
- O consumo de fluido pode ser reduzido em até 40%, reduzindo custos de compra e despesas com descarte;
- Melhor produtividade em função da diminuição do tempo de parada de máquina e do desgaste de ferramenta, do alcance de tolerâncias mais consistentes da peça usinada, além da melhor qualidade de acabamento da mesma;
- A máquina permanece mais limpa e requer menos manutenção/reparos;
- Um ambiente de trabalho mais saudável e seguro para o operador de máquina.

Além de monitorar as condições do fluido de corte, é importante saber o que fazer quando o mesmo atinge parâmetros inadequados para uso. A reciclagem deve ser sempre a prioridade, pois além de ser ambientalmente mais correta ela é vantajosa do ponto de vista econômico. Quando não houver condição de reciclagem, o fluido deve ser descartado em acordo com as leis ambientais.

#### **4.3.6 – Reduzindo o Impacto Ambiental**

Tomando como meta básica a redução do impacto ambiental dos processos de usinagem, Teixeira et al (1999), analisa o uso de fluidos de corte sob os três aspectos básicos dos sistemas produtivos, quais sejam, aspecto econômico, tecnológico e ecológico.

##### Aspectos Econômicos:

Uma maior atenção foi dispensada aos fluidos de corte quando os usuários perceberam que os custos relacionados à introdução e ao tratamento dos fluidos de corte podem atingir o dobro dos custos com as ferramentas. Estes custos refletem-se diretamente no custo total de produção. Embora a relação não seja direta, visto que a redução nos custos com fluido de corte não são proporcionais à redução dos custos totais de produção, a redução do uso de fluidos de corte juntamente com uma otimização dos parâmetros de processo pode trazer benefícios econômicos ao ciclo produtivo (Klocke & Gerschwiler<sup>32</sup>, 1996, Klocke et al.<sup>33</sup>, 1996; apud Teixeira et al, 1999).

#### Aspectos Tecnológicos:

O emprego dos fluidos de corte tem por vários anos permitido atingir volumes de produção maiores, atuando de forma eficaz principalmente na refrigeração do processo de corte. Algumas funções importantes podem ser citadas, como a lubrificação da interface peça-ferramenta e a expulsão do cavaco produzido da zona de corte. Com o crescente desenvolvimento de novos materiais para ferramentas, acompanhado pela melhora das características técnicas das máquinas-ferramentas, a refrigeração e a lubrificação vêm gradativamente perdendo importância dentro dos processos de usinagem. Face a isto, o fluido de corte passa a ter uma maior importância na função de reduzir o aporte térmico para a peça, permitindo desta forma a produção de peças dentro de estreitas tolerâncias dimensionais (Klocke & Gerschwiler<sup>32</sup>, 1996; apud Teixeira, 1999).

#### Aspectos Ecológicos:

O fluido de corte, visto pelo aspecto ecológico, mostra-se como um agente nocivo ao homem (operador e meio ambiente). Vários estudos realizados mostram que o contato permanente com os fluidos de corte e seus subprodutos pode causar vários tipos de doenças de pele,

---

<sup>32</sup> Klocke, F., Gerschwiler, K., Trockenbearbeitung: Grundlagen, Grenzen, Perspektiven, VDI Berichte, Nr. 1240, p. 1-40, Februar, 1996.

<sup>33</sup> Klocke, F., Lung, D., Eisenblätter, G., Mindermengenkühlschmierung - Eine Alternative zur Nabbearbeitung, VDI Berichte, Nr. 1240, p. 159-190, Februar, 1996.



alguns tipos de câncer e doenças pulmonares (Bennett<sup>34</sup>, 1994 & 1995; apud Teixeira, 1999). Por outro lado, o descarte dos fluidos deteriorados pelo uso provoca, de uma forma ou de outra, uma agressão ao meio ambiente. A criação de leis cada vez mais rígidas tenta reduzir gradativamente o impacto ambiental dos processos produtivos. Neste sentido a preocupação ecológica na cadeia produtiva ganha uma evidente importância no contexto geral da produção, reforçando a necessidade de desenvolvimento de estudos e pesquisas para reduzir e/ou eliminar os fluidos de corte em operações de usinagem. O desenvolvimento de formas alternativas não-nocivas de produção, passa a ser de fundamental importância para a humanidade, uma vez que este procedimento ajudará a conter os atuais níveis de poluição mundial (Teixeira, 1999)

Na usinagem, para atender ao mesmo tempo os aspectos econômicos, tecnológicos e ambientais, devem ser utilizados processos alternativos que gerem menor quantidade de resíduo, sem afetar a qualidade do processo. Diversos autores têm realizado pesquisas com o objetivo de eliminar do fluido de corte, ou de reduzir seu uso a mínima quantidade possível.

#### **4.3.7 – Tecnologias para usinagem com menor impacto ao meio ambiente**

F. W. Taylor foi um dos primeiros a provar que os fluidos de corte podem trazer grande auxílio no corte de metais. Em 1883, Taylor demonstrou que um jato de água aspergido na ferramenta, cavaco e superfície da peça, aumentava a velocidade de corte de 30 a 40%. Foi através dessa constatação de Taylor que outros pesquisadores impulsionaram o estudo e desenvolvimento de vários tipos de fluidos de corte ao longo dos anos (CATAI et al., 2001).

A função específica do fluido de corte solúvel no processo de usinagem é a de proporcionar lubrificação e refrigeração que minimizem

---

<sup>34</sup> Bennett, E.O., Systemic Diseases in Machinists, Biotech Publishing, Angleton - TX - USA, 1995.

Bennett, E.O., Dermatitis in Machinists: Causes and Solutions, Biotech Publishing, Angleton - TX - USA, 1994.

o calor produzido entre a superfície da peça e a ferramenta, prolongando o tempo de vida da ferramenta e auxiliando na eliminação dos cavacos (Pereira, 2005).

A tecnologia mais utilizada para refrigeração na usinagem é a de inundação, que consome grande volume de fluido de corte, podendo causar um maior impacto ao meio ambiente. Soluções alternativas podem ser usadas para minimizar ou eliminar o uso de fluido de corte, reduzindo assim o impacto ambiental desse com o meio ambiente. (Oliveira & Alves, 2007).

#### **4.3.7.1 – Usinagem com MQL**

Como em muitos casos não é possível a ausência total do fluido de corte, o método de aplicação com Mínima Quantidade de Lubrificante (MQL) tem se mostrado uma boa alternativa (Zeilmann, 2008).

O conceito MQL pode ser definido como a atomização de uma quantidade mínima de lubrificante (menor que 100 ml/h) em um fluxo de ar comprimido. Essas quantidades mínimas de fluido são suficientes para reduzir substancialmente o atrito na ferramenta e evitar a aderência de material, considerando que a área de contato cavaco/ferramenta é muito pequena (Zeilmann, 2008). O volume de fluido pode variar em função do volume de cavacos e do processo de usinagem. Os produtos lubrificantes usados devem ser ecologicamente corretos (isentos de solvente e materiais fluorados) e com altíssima taxa de remoção de calor. Embora o uso de quantidade mínima de fluido não exija preocupação com o descarte e reciclagem do óleo e do cavaco é necessário que se tenha um bom sistema de exaustão na máquina (Oliveira & Alves, 2007).

O processo de MQL precisa de investimentos em equipamentos de dosagem, estação misturadora e sistema de alimentação por bicos ejetores (Pereira, 2005).

#### **4.3.7.2 – Usinagem a seco**

A usinagem sem refrigeração passou a ser discutida no momento em que as empresas notaram que os custos de parada para troca e descarte dos fluidos podem representar de 2% até 17% do custo total de

produção de uma peça. O crescente rigor das legislações ambientais e a maior consciência ecológica dos usuários e empresários são apontados como outros motivos para a discussão deste tema (Pereira, 2005).

A tendência mundial visa a usinagem sem fluido de corte (a seco), que objetiva reduzir de forma significativa custos com a compra de fluidos de corte e sua destinação final, bem como problemas ocupacionais, tais como doenças de pele (dermatites) e variações de sintomas respiratórios, e relacionados ao meio ambiente, onde os fluidos de corte tornam-se graves poluentes da água, solo e ar (Zeilmann, 2008)

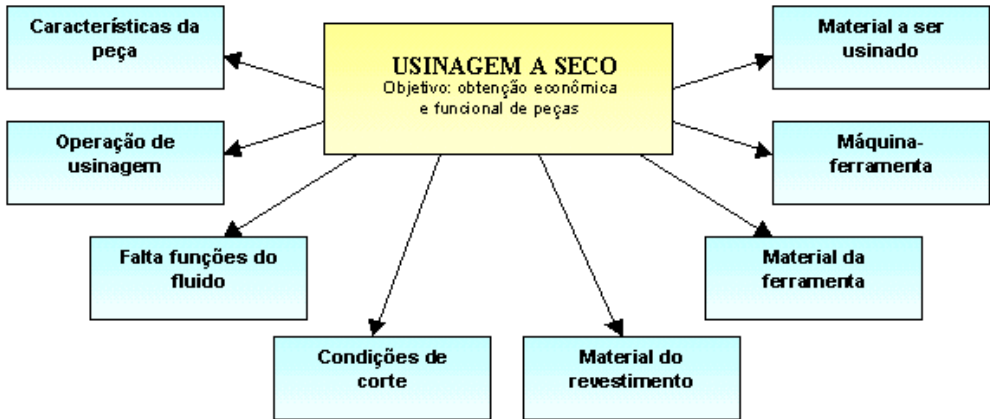
A situação desejada é a usinagem a seco, cujo processo dispensa qualquer forma de fluido de corte. Porém, só é viável seu uso quando o tempo de usinagem, tempo de vida da ferramenta e a qualidade da superfície da peça for ao menos semelhante à conseguida com a usinagem utilizando fluidos de corte tradicional (Oliveira e Alves, 2007). Este método exige a adaptação compatível de todos os fatores que influenciam cada processo de usinagem, porque desaparecem as funções básicas dos fluidos de corte e a quantidade de calor transportada pelo fluido deve ser assimilada pelo cavaco, pela peça e pela ferramenta (Zeilmann, 2008).

A usinagem a seco não consiste em simplesmente interromper a alimentação de fluido de corte de um determinado processo, mas exige uma adaptação compatível de todos os fatores influentes neste processo, conforme descrito na figura 4.3.

Para tornar viável a usinagem sem refrigeração é necessário adotar medidas como (Pereira, 2005):

- Desenvolver ferramentas com revestimentos especiais, mais resistentes ao calor gerado na usinagem sem refrigeração;
- Empregar materiais de fácil usinabilidade e menor geração de calor, como o ferro fundido;
- Desenvolver novos materiais, com composição diferenciada, que melhorem a usinabilidade sem causar alterações dimensionais na peça final;
- Produzir máquinas com materiais de sensíveis alterações nas características térmicas, que auxiliem na eliminação mais rápida das fontes de calor;

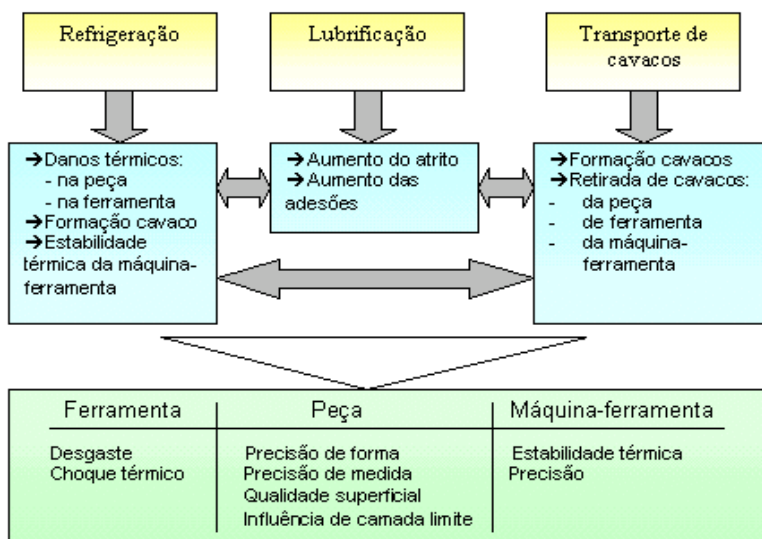
- Alterar parâmetros de corte, como operações de usinagem de alta velocidade.



**Figura 4.3 - Fatores influentes na usinagem a seco**  
**Fonte: Klocke et al<sup>35</sup>, 1996; apud Teixeira et al, 1999**

Na usinagem a seco não se verificam as funções primárias dos fluidos de corte, ou seja, refrigeração, lubrificação e transporte de cavacos. As consequências disto são mostradas na figura 4.4, evidenciando que a usinagem a seco exige a introdução de medidas adequadas que possam compensar a falta das funções primárias do fluido de corte. As restrições à usinagem a seco podem ser as exigências de qualidade da peça, mas também podem resultar através de determinadas combinações de materiais (peça e ferramenta) e/ou combinações de processos. Considerando-se a atual situação da usinagem a seco, percebe-se que muitos processos não podem ser realizados devido à atual concepção e desenvolvimento em que se encontram as ferramentas (Klocke et al<sup>35</sup>, 1996, apud Teixeira et al, 1999).

<sup>35</sup> Klocke, F., Lung, D., Eisenblätter, G., Mindermengerkühlschmierung – Eine Alternative zur Nabbearbeitung, VDI Berichte, Nr. 1240, p. 159-190, Februar, 1996



**Figura 4.4 - Funções primárias dos fluidos de corte**  
**Fonte: Klocke et al.35, 1996, apud Teixeira et al, 1999.**

#### 4.3.8 – Conclusões

A usinagem é um processo que tem alto potencial de impacto ao meio ambiente, principalmente devido ao uso abundante de fluidos de corte que se tem observado nesse processo. Uma solução adequada para reduzir esse impacto ambiental é utilizar o conceito dos 3R's, que são: (a) deve-se tentar reduzir o uso de fluido de corte, seja através da usinagem a seco ou através da usinagem com mínima quantidade de lubrificante; (b) deve-se tentar reutilizar o fluido de corte através de um bom gerenciamento do mesmo; e (c) deve-se tentar reciclar o fluido de corte. O descarte do fluido de corte deve ser sempre a última opção nesse processo.

## CAPÍTULO 5 – Seleção de um Fornecedor de Usinagem

A seleção de subcontratados é de extrema importância para se obter benefícios da terceirização e também para se ter qualidade no produto final. Uma boa seleção leva à diminuição de custos com inspeções, retrabalho, refugo, redução de paradas por falta de peças, etc. (Hernandez, 2003). Uma empresa que possui uma melhor cadeia de fornecedores, conseqüentemente terá mais facilidade para produzir e entregar produtos com maior qualidade e mais baixo custo aos seus clientes.

O mercado em que a empresa atua também influencia na seleção. Empresas que atuam em mercados globalizados, como as montadoras de veículos, têm processos de seleção de fornecedores muito rígidos, devido às próprias exigências do mercado globalizado. A grande maioria das indústrias automotivas é certificada pela norma ISO9001 e a existência de um método de seleção de fornecedores é uma exigência da ISO9001, conforme a cláusula 7.4.1. “Fornecedores são avaliados e selecionados conforme a sua habilidade em fornecer produtos em conformidade com as exigências da organização. A organização deve definir critérios para seleção de fornecedores e critérios para análises periódicas” (Cianfrani et al.<sup>36</sup>, 2002; apud Hernandez, 2003).

É comum as empresas montadoras exigirem como requisito para o fornecimento certificações reconhecidas internacionalmente, como a ISO9001, a ISO14001, a ISO/TS16949 (Hernandez, 2003) e a OHSAS18000, devido a preocupações com qualidade do produto, com o meio ambiente e com a saúde e segurança no serviço executado pelos fornecedores. Mesmo com exigências tão rígidas, essas exigências acabam sendo generalistas, ou seja, a exigência é a mesma para todos os tipos de fornecedor, não importando o tipo de produto ou serviço fornecido pelos mesmos. Essa generalização pode até simplificar o processo de seleção dos fornecedores, porém nem sempre atendem as necessidades específicas que se deseja em uma relação entre cliente e fornecedor, como no caso da seleção de um fornecedor de usinagem.

Outro ponto importante da política da seleção de fornecedores é a decisão de trabalhar com um fornecedor ou vários fornecedores por item. A qualidade e o aspecto estratégico influenciam diretamente esta

---

<sup>36</sup> Cianfrani, A. C., Tsiakals, J. J., West, J. E. The ASQ ISO 9000:2000 Handbook. ASQ Quality Press Publications, 2002, 911p

decisão. Com relação à qualidade, Hernandez (2003) defende a relação com apenas um subcontratado por item para simplificar a contabilidade e a burocracia, melhorar a comunicação entre contratante e subcontratado, resolver problemas com incompatibilidade e, conseqüentemente, diminuir os custos com inspeção de produto não conforme e retrabalho. Outra vantagem de se ter um único subcontrado é o fato de que é mais fácil estabelecer uma relação de longo prazo com o fornecedor quando não há disputas de preços a cada pedido entre mais de um fornecedor. Do ponto de vista estratégico, a concorrência entre as fontes de fornecimento pode levar a uma situação de melhor qualidade, custos mais baixos e melhor serviço (Juran e Gryna<sup>37</sup>, 1991; apud Fernandez, 2003). Outra vantagem de se ter vários fornecedores do mesmo produto é a intenção de se prevenir interrupção de fornecimento devido a quebras de ferramental, greves ou problemas logísticos (principalmente no caso do fornecedor ser internacional).

A finalidade da terceirização também influencia na seleção de fornecedores. Se a intenção for obter maior especialização, a seleção será mais rígida. Heidfield (2003) cita que a seleção do fornecedor é fundamental para que se tenha um processo de terceirização de sucesso.

## **5.1 – Planejamento do estudo de caso**

O presente trabalho propõe um método para selecionar um fornecedor de usinagem de autopeças com base em seis estudos de caso em empresas que atuam na terceirização de serviços de usinagem, considerando-se a pesquisa bibliográfica realizada nos capítulos anteriores.

Para a realização do estudo de caso, foi utilizado um questionário com questões referentes a aspectos estratégicos, técnicos e ambientais relacionadas ao processo de terceirização de usinagem. As perguntas do questionário foram escolhidas com base na revisão bibliográfica e na experiência do autor. Abaixo seguem as questões sugeridas, assim como a descrição do motivo da escolha de cada questão:

---

<sup>37</sup> Juran, J.M., Gryna, F.M., Controle da Qualidade. São Paulo: Makron: McGraw-Hill, v.1 e v.3, 1991.

Questões de Aspectos Estratégicos:

1) Quais seriam as razões que levariam a empresa a terceirizar o processo de usinagem?

Motivo: Avaliar os motivos que levam a empresa a terceirizar um processo de usinagem e confrontar com os motivos observados na revisão bibliográfica.

2) Qual a importância de se avaliar os potenciais fornecedores antes de iniciar o processo de terceirização?

Motivo: verificar o grau de importância que a empresa dá para o processo de seleção de seus fornecedores e como o processo de seleção é feito pela empresa.

3) Segundo a visão da empresa, quais seriam os maiores riscos de se terceirizar o processo de usinagem?

Motivo: avaliar o que a empresa considera como riscos do processo de terceirização e confrontar com a revisão bibliográfica.

4) A empresa prefere trabalhar com a estratégia de terceirização do processo de usinagem baseada em um único fornecedor ou em múltiplos fornecedores? Justifique.

Motivo: verificar que tipo de estratégia a empresa adota com os seus fornecedores e qual o comprometimento que a empresa tem no longo prazo com seus fornecedores.

5) Segundo os conceitos de Müller et al (2003), qual o tipo de relação de competências seria estabelecida entre a empresa e seu fornecedor no caso da terceirização de serviços de usinagem? Justifique

Motivo: verificar que tipo de relação de competências cada empresa estabelece com seus fornecedores para entender que tipo de parceiros a empresa busca quando procura terceirizar um processo de usinagem.



6) Somente a certificação ISO9001 bastaria para credenciar o fornecedor de usinagem ou seria interessante fazer uma avaliação mais específica para tal grupo de fornecedores potenciais

Motivo: verificar o grau de importância da certificação ISO9001 para o processo de seleção de fornecedor usinagem em cada empresa do estudo de caso.

7) Após terceirizado o processo de usinagem, o relacionamento à longo prazo seria um aspecto estratégico importante (explique brevemente sua resposta)?

Motivo: verificar o quanto a empresa está comprometida num relacionamento de longo prazo com seus fornecedores. Desperdiçar tempo e energia num processo de seleção específico para fornecedor de usinagem só valeria a pena se a empresa tiver um relacionamento longo com o fornecedor escolhido.

#### Questões de Aspectos Técnicos:

8) É fundamental que a empresa terceira tenha domínio sobre os conceitos de usinabilidade dos itens terceirizados? Justifique?

Motivo: verificar o grau de importância que a empresa dá para o conhecimento de usinabilidade de seus fornecedores e confrontar com a revisão bibliográfica.

9) É fundamental que a empresa terceira tenha critérios claros para se estabelecer o fim de vida das ferramentas? Justifique?

Motivo: verificar o grau de importância que a empresa dá para o critério de fim de vida de ferramenta no processo de usinagem de seus fornecedores e confrontar resultados com a revisão bibliográfica.

10) É fundamental que a empresa terceira tenha seu processo de usinagem planejado para ser usinado de forma econômica? Justifique?

Motivo: verificar o grau de importância que a empresa dá para a usinagem econômica.

11) Quais conceitos técnicos de usinagem seriam fundamentais para que a empresa terceira tivesse pleno conhecimento?

Motivo: verificar quais conceitos técnicos a empresa dá importância além dos citados na revisão bibliográfica.

Questões Aspectos Ambientais:

12) É importante que o terceiro faça um correto gerenciamento de seus resíduos (fluidos de corte principalmente)?

Motivo: verificar o grau de importância que a empresa dá para a gestão correta dos resíduos do processo de usinagem no seu fornecedor.

13) É importante que o terceiro busque tecnologias de usinagem que tenham menor impacto ao meio ambiente (Ex: MQL e usinagem a seco)?

Motivo: verificar o grau de importância que a empresa dá para a implantação de soluções de usinagem com menor impacto ambiente e se as empresas consideram essas soluções viáveis.

14) Que parâmetros do fluido de corte seriam importantes o fornecedor monitorar? Com que frequência?

Motivo: entender quais parâmetros que cada empresa considera importante para monitoramento nas condições do fluido de corte.

15) A certificação em ISO14001 seria considerada um diferencial para o potencial fornecedor de usinagem?

Motivo: verificar o grau de importância da certificação ISO14001 para o processo de seleção de fornecedor usinagem em cada empresa do estudo de caso.

O questionário foi encaminhado por correio eletrônico para pessoas ligadas diretamente ao processo de seleção de fornecedores nas empresas do estudo de caso e respondido de mesmo modo. Após receber a resposta do questionário, foi feita uma entrevista na localidade de cada

empresa onde foram discutidas as respostas dadas no questionário e foram feitas perguntas adicionais para entender melhor a visão de cada empresa participante do estudo de caso em relação aos aspectos estratégicos, técnicos e ambientais do serviço de usinagem terceirizado. Nessa visita as dependências de cada empresa também foi verificado como é o processo de seleção de fornecedores atual de cada uma dessas empresas.

As informações referentes a contratos e considerações de custos do processo de terceirização não foram detalhadas no trabalho por se tratar de informações confidenciais que foram observadas durante as visitas as empresas.

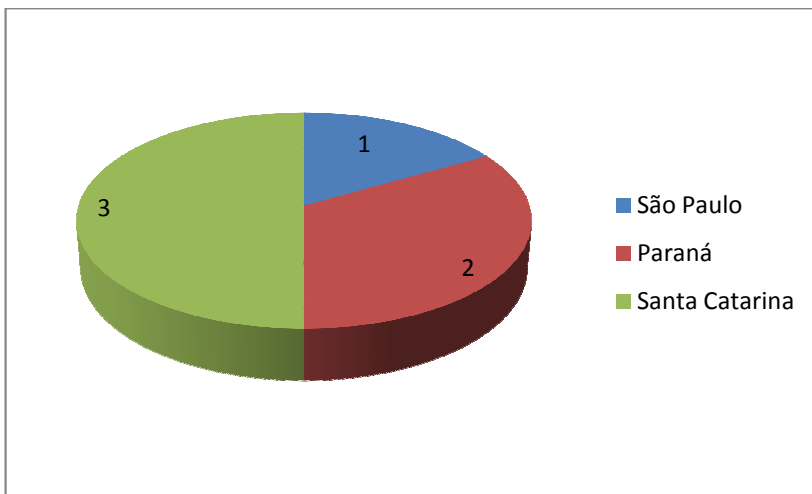
## **5.2 – Estudo de caso com seis empresas do setor automotivo do Brasil**

Como material de análise, serão avaliadas as visões a respeito da seleção de um fornecedor de usinagem em seis empresas do setor automotivo localizadas na região sul do Brasil. Apesar de todas as empresas selecionadas terem seus produtos focados para o ramo de autopeças, foram selecionadas empresas de diferentes portes e com linhas de produtos diferentes. Os estudos foram realizados nas seguintes empresas:

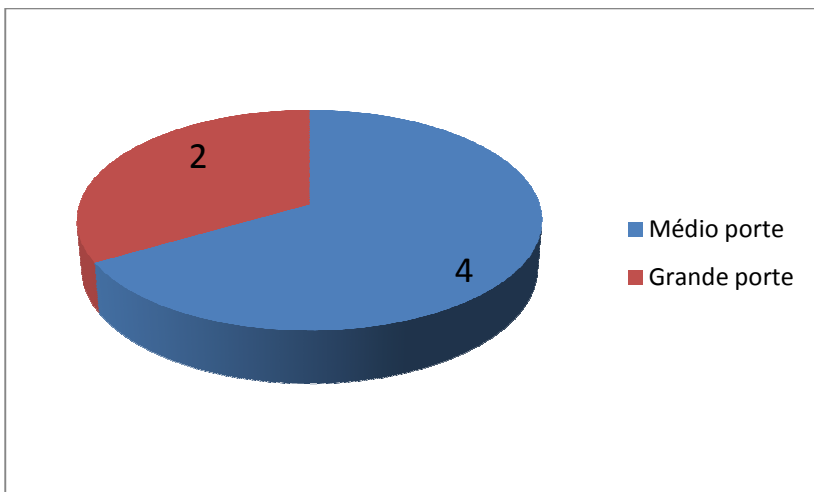
- Empresa A: empresa de capital multinacional e de médio porte, localizada na região do Vale do Itajaí, em Santa Catarina. A empresa tem como negócio principal o projeto e montagem de sistemas elétricos para a indústria automobilística.
- Empresa B: empresa de capital nacional e de médio porte, localizada na região metropolitana de Curitiba, no Paraná. A empresa tem como negócio principal a injeção de peças em alumínio e a usinagem de peças em alumínio e ferro fundido.
- Empresa C: empresa de capital multinacional e de médio porte, localizada na região metropolitana de Curitiba, no Paraná. A empresa tem como negócio principal o projeto e montagem de sistemas mecânicos para o mercado automotivo.

- Empresa D: empresa de capital nacional e médio porte, localizada na região do Vale do Itajaí, em Santa Catarina. Atua na área metal-mecânica, com ênfase na prestação de serviços, sendo especializada em usinagem nos segmentos: Automotivo, Eletro Eletrônico, Máquinas e Equipamentos entre outros.
- Empresa E: empresa de capital nacional e de grande porte, localizada na região Norte de Santa Catarina. A empresa tem como negócio central a fundição e usinagem de peças em ferro fundido.
- Empresa F: empresa de capital multinacional, de grande porte, localizada na região de Campinas. A empresa é líder global na manufatura de componentes de precisão para as indústrias médicas e de transporte.

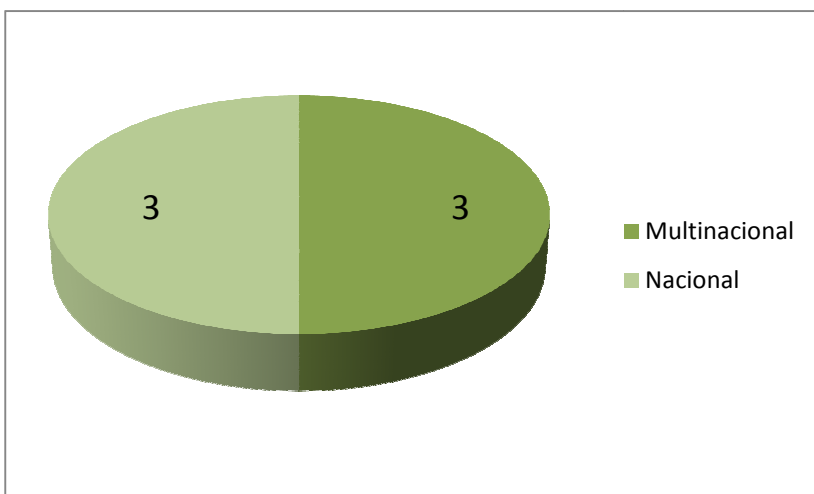
O objetivo de escolher empresas de portes diferentes e com negócios centrais diferentes foi dar uma maior abrangência ao estudo de caso.



**Gráfico 5.1 – Distribuição das empresas por região**



**Gráfico 5.2 – Distribuição das empresas por porte**



**Gráfico 5.3 – Distribuição das empresas por capital de origem**

Os dados foram coletados no início de 2010 com base em um questionário pré-formulado (apêndice A) que foi enviado aos gestores relacionados à área de peças usinadas em cada uma das empresas e também com base em entrevistas aos gestores ligados ao processo de usinagem e de seleção de fornecedores. As entrevistas tiveram o objetivo de esclarecer dúvidas sobre as respostas dadas no questionário.

O porte das empresas foi classificado em acordo com o critério utilizado pela FIESP (FIESP, 2010), que é o critério por número de funcionários e é dividido por:

- Micro/Pequenas (até 99 empregados);
- Médias (de 100 a 499 empregados);
- Grandes (500 ou mais empregados).

O estudo de caso teve como objetivo avaliar a visão das seis empresas citadas com relação aos aspectos estratégicos, técnicos e ambientais de um processo de terceirização de usinagem. Também foi avaliado o método utilizado por cada empresa para a seleção do fornecedor de usinagem. Através da compilação dos resultados obtidos, será definido um questionário para a seleção de um fornecedor de serviço de usinagem seriada para a indústria de autopeças.

### **5.2.1 - Estudo de caso empresa A**

#### Dados gerais:

A empresa A é uma empresa de pequeno porte, porém tem uma grande participação com seu produto principal dentro do mercado automotivo brasileiro, sendo uma das líderes do mercado no seu seguimento de produtos. A empresa se estabeleceu no Brasil já com o foco de terceirizar seus principais itens usinados, pois o foco principal de seu negócio é o projeto e a montagem de sistemas elétricos para a indústria automobilística, e não a usinagem de componentes.

Na empresa A foram entrevistados o Diretor Industrial, responsável pelo processo interno de manufatura, e o Gerente de Compras, responsável pela aprovação e desenvolvimento de fornecedores.

#### Aspectos estratégicos:

Do total de componentes terceirizados pela empresa A, quatro são peças usinadas, sendo que dois desses componentes são adquiridos no Brasil e dois no exterior. Segundo o diretor industrial da empresa A, até os anos 1990, as empresas do grupo realizavam quase todos os processos de componentes usinados internamente, mas aos poucos tais componentes foram terceirizados e o foco da empresa ficou concentrado na montagem de tais componentes e no desenvolvimento de novos produtos. Esse fato também trouxe para a empresa uma maior dependência de seus fornecedores de usinagem, uma vez que todo o conhecimento de processo de usinagem deixou de ser desenvolvido internamente e passou a ser desenvolvido somente pelo fornecedor.

Devido à importância que os fornecedores de componentes usinados passaram a ter na empresa A, foi citada a importância de se avaliar fornecedores potenciais antes de se iniciar o processo de terceirização. Segundo o gerente responsável pela área de compras, *“é de fundamental importância avaliar tais fornecedores antes do processo de terceirização. Uma melhor seleção de fornecedores resulta em uma vantagem competitiva para a empresa, trazendo melhores resultados em qualidade, preço e fluxo logístico”*. Esse fato mostra que a empresa A toma a decisão de terceirização de itens usinados com base em diferentes critérios, não apenas o menor preço. Também segundo o gerente de Compras, é fundamental que o fornecedor escolhido possa atender os requisitos das principais montadoras automobilísticas, por isso a certificação em ISO/TS 16949 é um fator diferencial na escolha do fornecedor.

Entre a empresa A e seus fornecedores de usinagem é estabelecida uma relação de competência cruzada (Müller et al, 2003), isto é, a empresa e o fornecedor contribuem na relação, cada uma com suas experiências. A empresa A contribui com os dados de projeto do produto e o histórico de falhas de itens similares em outros fornecedores, enquanto o fornecedor de usinagem contribui com soluções e idéias para aumentar a produtividade e a qualidade do produto quando usinado.

Com relação à estratégia de se trabalhar com um ou múltiplos fornecedores, a empresa A é a favor da política de se trabalhar com um único fornecedor. Segundo o gerente de Compras, trabalhar com um único fornecedor simplifica os controles logísticos e possibilita uma melhor negociação de preços, já que os volumes comprados desse fornecedor exclusivo serão maiores do que comparado ao caso de múltiplos fornecedores. Também segundo o gerente de Compras, a relação tende a proporcionar maior confiança entre as partes quando se tem um único fornecedor, já que o fornecedor sabe que não será trocado a qualquer hora pelo cliente, tendo mais tranquilidade para trabalhar na melhoria de produtividade e qualidade no seu processo.

A política de se trabalhar com um único fornecedor e a relação de competência cruzada entre as partes, levam a empresa A a uma situação natural de relacionamento de longo prazo com seus fornecedores. Conforme citado pelo gerente de Compras da empresa A, a relação de longo prazo entre as partes é formalizada logo no início do fornecimento das peças, onde um contrato é estabelecido entre as partes, sendo que a empresa A se compromete a pagar os ferramentais específicos necessários para usinagem do componente terceirizado, e o fornecedor se compromete a entregar os volumes de peças requisitados dentro do prazo e qualidade estabelecidos. Se por um lado tal contrato garante que o fornecedor não precisará investir capital em novos ferramentais para o produto da empresa A, a última tem a garantia de que o fornecedor irá se comprometer a fornecer as peças terceirizadas, garantindo assim que o investimento nos ferramentais possa ser amortizado. Há ainda cláusulas no contrato que garantem a responsabilidade do fornecedor por custos de não-qualidade que possam ser causados pelos componentes usinados fornecidos fora de especificação, e também garantem a confidencialidade de desenhos e informações de projeto que possam ser enviadas ao fornecedor. No caso mais específico de problemas de qualidade, o fornecedor também é responsável por enviar, o mais rápido possível, novos lotes de componentes com qualidade garantida a fim assegurar que a linha de produção do cliente não pare. No caso extremo de lotes com qualidade garantida não chegarem a tempo de impedir uma parada de linha no cliente, o fornecedor deverá arcar com os custos dessa parada. Segundo a empresa A, o contrato, além de deixar claras as condições de fornecimento dos componentes usinados, reduz o risco do processo de terceirização, já que o fornecedor se compromete com possíveis custos de não-qualidade, com a confidencialidade das informações e com as volumes previstos de demanda.



### Aspectos técnicos:

Com relação aos aspectos técnicos requeridos pelo fornecedor de usinagem, a empresa A julga ser de fundamental importância que o fornecedor tenha o domínio dos conceitos de usinabilidade dos itens terceirizados, pois a própria empresa A não possui mais “know-how” produtivo dos seus itens usinados, e quem deve ter tal conhecimento é a empresa terceira. Segundo o diretor industrial, *“há cerca de 15 anos a maioria dos componentes eram usinados internamente em empresas do grupo, porém iniciou-se um processo de terceirização da fabricação de componentes e a empresa com o tempo foi perdendo o conhecimento prático do processo de fabricação. Hoje, quase não temos mais especialistas em usinagem, por isso nossos fornecedores têm que ter o domínio total sobre os parâmetros de usinagem de nossos itens”*.

Sobre os critérios de vida de ferramenta e usinagem econômica, a empresa A cita que é fundamental o fornecedor ter pleno conhecimento desses itens, já que eles estão diretamente relacionados a uma maior produtividade e a um baixo custo. Segundo o diretor industrial, *“além da empresa ter um bom planejamento inicial para que o processo de usinagem do componente terceirizado já se inicie numa condição economicamente atraente, é importante que o fornecedor foque a melhoria contínua desse processo, buscando novas ferramentas e condições de corte que possibilitem reduzir ainda mais o custo e o tempo de usinagem do componente”*. Essa preocupação mostra que cada melhoria alcançada pelo fornecedor, além de ser um ganho para o mesmo em custo, é vista de maneira positiva pelo cliente.

Para a empresa A, também é importante que o fornecedor tenha conhecimento de outros aspectos técnicos. Foram citados como fundamentais o conhecimento e aplicação de gerenciamento das ferramentas de corte, o banco de dados de usinagem, interpretação de tolerâncias de forma e posição, e o uso de sistemas CAD/CAM. Segundo a empresa A, os conhecimentos de tolerâncias de forma e posição são importantes para fazer a correta leitura de seus desenhos e projetar dispositivos de fixação de usinagem com base nessas tolerâncias. Já o uso dos sistemas CAD/CAM é importante para que haja uma interface mais adequada entre o desenho do produto fornecido à empresa A e o processo do seu fornecedor.

### Aspectos ambientais:

Com relação aos aspectos ambientais, a empresa A cita que esse ponto é fortemente cobrado dos fornecedores antes da terceirização de qualquer item. Nas avaliações dos potenciais fornecedores são cobrados todos os documentos que comprovem que o fornecedor tem todas as licenças ambientais pertinentes, e caso necessário pode ser feita uma auditoria específica com ênfase ambiental na localidade do fornecedor. A empresa A considera a certificação ambiental em ISO 14001 como um diferencial que o potencial fornecedor pode ter. *“No nosso questionário de avaliação do fornecedor, há um item que cobra a certificação ISO 14001 de nossos fornecedores. Somos uma empresa certificada em ISO 14001 e acreditamos que tal certificação é um diferencial para nossos fornecedores”* - cita o gerente de Compras da empresa A. O mesmo também citou que para os grupos de fornecedores de galvanização e tratamento térmico é obrigatória a certificação em ISO 14001 para que o fornecedor possa ser aprovado.

### Seleção do fornecedor:

A empresa A não utiliza nenhum procedimento específico para aprovar os fornecedores de usinagem. Os fornecedores de usinagem são aprovados utilizando um questionário padrão que é usado para os demais fornecedores, e nesse questionário são avaliados itens relacionados à qualidade, logística, sistemas de suporte e tecnologia, e iniciativas para redução de custo. Esse questionário é utilizado por todas as empresas do grupo visando contribuir para a avaliação de fornecedores. Segundo o gerente de Compras, a utilização de um único questionário para todas as empresas do grupo é uma grande vantagem: *“utilizando um questionário único, um Engenheiro de Desenvolvimento de Fornecedores na Ásia pode aprovar um fornecedor na China, e esse resultado pode ser usado para a unidade do Brasil”* - cita o gerente de Compras.

Para a aprovação dos fornecedores de serviços de galvanização e tratamento térmico, além da utilização do questionário padrão utilizado para avaliar os demais fornecedores, também é utilizado um questionário técnico mais específico. Segundo o gerente de Compras, os processos de galvanização e tratamento térmico são considerados processos especiais para as montadoras de veículos, por isso são utilizados questionários elaborados pela AIAG (Automotive Industry

Action Group) das normas CQI (Continuous Quality Improvement) para a avaliação desses fornecedores. Para os fornecedores de serviços de tratamento térmico é usado o questionário da norma CQI-9, enquanto para fornecedores de serviços de galvanização é usado o questionário da norma CQI-11. Segundo o diretor industrial, a AIAG tem criado questionários para avaliar fornecedores com processos de fabricação considerados mais críticos para a fabricação de componentes automotivos, e os processos de usinagem se encaixam nesse princípio. Até o momento foram criadas normas CQI específicas para os processos de tratamento térmico, galvanização, pintura e soldagem.

## 5.2.2 - Estudo de caso empresa B

### Dados gerais:

A empresa B é uma empresa de médio porte, situada na região metropolitana de Curitiba. A empresa é uma importante fornecedora de componentes usinados em ferro e alumínio para a indústria automobilística e de eletrodomésticos, tendo a usinagem de peças como parte de seu “*core business*”.

Na empresa B foram entrevistados o Gerente de Manufatura e Qualidade e a Supervisora da Qualidade, que são respectivamente os responsáveis pelo processo interno de manufatura e pela aprovação e desenvolvimento de fornecedores.

### Aspectos estratégicos:

A empresa B tem seu foco na usinagem interna de seus componentes e a terceirização dos seus itens usinados somente acontece em casos excepcionais. O Gerente de Manufatura e Qualidade citou que os fatores que podem levar a uma terceirização do processo de usinagem são a falta de capacidade produtiva da planta devido a um excesso de demanda ou a usinagem de algum componente que não faça parte de seu “*core business*”: “*no caso de um aumento de demanda e da impossibilidade de investimento imediato no aumento de capacidade da empresa, podemos terceirizar algumas de nossas peças usinadas em alumínio*” - cita o Gerente de Manufatura e Qualidade. Já no caso de

itens ou operações de usinagem que não façam parte do “*core business*”, as mesmas tem a terceirização como o destino previsto. “*Não consideramos como parte do nosso core business operações como brochamento e balanceamento, a usinagem de componentes de aço e outros materiais que não sejam o alumínio e o ferro fundido e as peças de baixa demanda, mesmo que sejam em alumínio*” - cita o Gerente de Manufatura e Qualidade.

A empresa B considera que a avaliação do potencial fornecedor é fundamental para a redução de riscos do processo de terceirização, e também para a correta definição da melhor fonte fornecedora. No caso da terceirização de peças usinadas em aço, a empresa considera que o fornecedor deve deter o “*know-how*” de usinagem do item. “*Nossa empresa não é especializada em usinagem de componentes em aço, portanto nosso fornecedor é que deve deter o conhecimento desse processo*” - citou o Gerente de Manufatura e Qualidade. O tipo de relação estabelecida nesse caso entre a empresa B e fornecedor é uma relação de competência fornecida pela empresa terceira. Já no caso da terceirização dos componentes usinados em alumínio, a empresa B citou que o fornecedor também deve ter bom conhecimento do processo de usinagem de alumínio, porém, para se atingir um melhor resultado, é fundamental que a empresa B dê todo o suporte técnico ao fornecedor durante a etapa de inicial de terceirização. “*No caso de terceirização de itens usinados em alumínio, é fundamental que nosso conhecimento técnico sobre o produto seja repassado ao fornecedor, para que o mesmo possa usinar o item com a mesma eficiência que usinamos internamente*” - citou o Gerente de Manufatura e Qualidade.

A empresa B também entende que há grandes riscos no processo de terceirização da usinagem. Segundo a supervisora da Qualidade e o Gerente de Manufatura e Qualidade, os principais riscos seriam o aumento dos custos e a transferência de “*know-how*” estratégico da empresa B para o fornecedor. “*No caso de terceirização de um item do nosso core business, a empresa que hoje é nosso fornecedor no futuro pode ser nossa concorrente*” - cita a Supervisora da Qualidade. Já no caso de itens que não fazem parte do “*core business*”, a terceirização, além de não apresentar risco de transferência de “*know-how*” estratégico, também tende a ser vantajosa com relação aos custos do produto.

A empresa B prefere adotar uma estratégia de um único fornecedor no caso de serem terceirizados itens com pequenos volumes de produção, e de mais de um fornecedor no caso de serem terceirizados

itens de grandes volumes de produção. Segundo os entrevistados da empresa B, essa estratégia relaciona-se à redução do risco de desabastecimento da linha por falta de algum componente. “Adotando a estratégia de se trabalhar com mais de um fornecedor, se tivermos problemas de capacidade ou de qualidade com um de nossos fornecedores, sempre podemos contar com o outro fornecedor” - disse a Supervisora da Qualidade. Para os casos onde o custo investido em ferramental no fornecedor é alto, a empresa B adota somente um fornecedor e dá um foco maior no desenvolvimento do item junto ao fornecedor escolhido.

Segundo a Supervisora da Qualidade, para os fornecedores de usinagem de alumínio (parte do “*core business*” da empresa) é importante estabelecer uma relação de competência cruzada com os seus fornecedores. “*São itens estratégicos para a empresa. Nós e o fornecedor temos que nos ajudar mutuamente para que o resultado da terceirização seja o melhor para ambos*” - citou o Gerente de Qualidade e Manufatura. No caso de itens que não façam parte do “*core business*” da empresa, a empresa B acredita que a melhor estratégia seria a de uma relação de competência suprida pelo fornecedor. Para a maior parte desses itens a empresa B não possui grande conhecimento técnico a respeito dos mesmos, e todo o desenvolvimento do produto e processo deve ser feito por pessoal qualificado do fornecedor.

Antes de iniciar o fornecimento, a empresa B faz um contrato com o fornecedor com regras básicas. Além das informações técnicas, o contrato descreve os volumes contratados, prazos de pagamento, desempenho exigido de entrega, níveis de qualidade aceitáveis (PPM – “parte por milhão”), reposição de custos por problemas de não-qualidade. “*O contrato é uma proteção legal para a empresa e também mostra ao fornecedor o comprometimento da empresa B com o fornecedor em uma relação de longo prazo*” - cita o Gerente de Manufatura e Qualidade.

#### Aspectos Técnicos:

Com relação aos aspectos técnicos, a empresa B acredita que o fornecedor deva ter um grande conhecimento da atividade de usinagem, conhecendo bem os diversos tipos de máquinas que podem ser utilizadas na usinagem (tornos, centros de usinagem vertical e horizontal, brochadeiras etc.), os tipos de fluido de corte que podem ser utilizados

(emulsões, óleos integrais, etc.) e os processos de usinagem e seus parâmetros.

Com relação ao conhecimento de usinabilidade, o Gerente de Qualidade e Manufatura citou que o domínio dos parâmetros de usinagem é fundamental para se obter um produto usinado com qualidade, e a qualidade é premissa básica da terceirização. No caso de o fornecedor ainda não ter experiência de usinagem de um determinado material, é importante se realizar ensaio de usinabilidade ou seguir recomendação de catálogos técnicos.

Com relação à vida da ferramenta de usinagem, a empresa B cita que internamente tem o controle da vida útil de todas as ferramentas de corte em todas as máquinas. Esse controle é feito via software da máquina, e a própria máquina alerta automaticamente quando a ferramenta chegou ao seu ponto de troca. Inicialmente, para se estabelecer o de fim de vida de ferramenta, é usado o dado de catálogo do fornecedor. Com o aprendizado e melhor avaliação do comportamento do processo, o valor de fim de vida da ferramenta é alterado para um valor mais otimizado. *“No início trabalhamos com os dados de corte de catálogo, depois tentamos aumentar gradativamente a vida de corte até chegarmos num ponto ótimo, onde não temos quebras de ferramenta, nem peças usinadas fora de especificação”* - citou o Gerente da Qualidade e Manufatura. É recomendado aos fornecedores um controle similar ao utilizado pela empresa B, porém o fornecedor pode utilizar outros métodos de controle (por exemplo, por força de corte, análise de rugosidade etc.), desde que os mesmos estejam claramente estabelecidos. Outro ponto importante citado pela empresa B é o bom gerenciamento das ferramentas de corte. É fundamental que o fornecedor saiba em que nível de desgaste a ferramenta se encontra, evitando assim trocas prematuras de ferramenta ou problemas de qualidade da peça devido ao uso de ferramenta além do seu fim de vida.

O banco de dados de corte também foi citado pela empresa B como de grande importância para o fornecedor, evitando assim o uso de parâmetros errados de corte, que podem prejudicar a qualidade do produto. *“Muitas vezes temos dados de corte para a ferramenta na condição de nova e para a ferramenta na condição de meia-vida, e é fundamental para o produto e o processo que os mesmos sejam usados adequadamente”* - citou o Gerente de Manufatura e Qualidade.

Além de conhecer bem o processo de usinagem, a empresa B cita que o fornecedor precisa ter conhecimentos dos tipos de máquinas, para saber qual é a melhor máquina para uma determinada aplicação, para se

fazer a melhor escolha já da primeira vez, evitando assim a necessidade de uma mudança de equipamento após aprovação inicial do processo. Também é fundamental que o fornecedor tenha conhecimentos de dispositivos de fixação e de GD&T - Geometry Dimensioning and Tolerancing (Drake & Paul, 1999). Os dispositivos de fixação devem ser projetados seguindo as tolerâncias de forma e posição do desenho, para assim garantirem menor variação possível dessas tolerâncias.

### Aspectos Ambientais:

Apesar de o fluido de corte ser um dos grandes “vilões” do meio ambiente no processo de usinagem, a empresa B cita que o mesmo é fundamental para se assegurar um processo de qualidade. “O uso adequado do fluido de corte faz com que o mesmo refrigere a ferramenta e a peça de maneira adequada, tornando o processo mais estável e com melhor qualidade. Gerenciando bem o fluido de corte, pode-se ainda aumentar a sua vida útil, reduzindo assim o seu descarte” - cita o Gerente de Qualidade e Manufatura. A empresa B citou que para um bom monitoramento do fluido de corte o fornecedor deve monitorar diariamente a sua concentração e semanalmente o pH, a temperatura e grau de contaminação.

A empresa B considera importante que o fornecedor busque soluções de usinagem ambientalmente menos prejudiciais ao meio ambiente, porém acredita que os processos de usinagem com MQL e a seco ainda estão longe de se tornarem uma realidade para a produção em massa. *“Na questão da usinagem com MQL e a seco nós buscamos literaturas para avaliar a possibilidade de implantar internamente esses processos, porém para usinagem do alumínio (90% do volume interno) não encontramos nenhuma solução viável. Já para o ferro fundido (10% do volume) seriam necessários investimentos em novos equipamentos, o que inviabiliza no momento a aplicação desses conceitos. Nesse momento não há como cobrar esses itens dos fornecedores, pois a usinagem MQL ou a seco em alumínio ainda não faz parte da realidade interna da empresa”* - cita o Gerente de Qualidade e Manufatura.

Também com relação aos aspectos ambientais, a ISO 14001 ainda não é considerada um diferencial para se escolher um fornecedor de usinagem. *“Ainda não temos ISO 14001 e ainda não consideramos essa certificação como um grande diferencial na seleção do fornecedor”* - cita a Supervisora da Qualidade.

### Seleção do Fornecedor:

A empresa B considerada fundamental a avaliação do fornecedor antes da terceirização de um item usinado. Segundo a empresa B, a avaliação ajuda a definir o melhor fornecedor possível e reduz o risco de problemas no futuro no relacionamento com o fornecedor.

A avaliação de fornecedores funciona da seguinte maneira na empresa B: é feita primeiramente uma avaliação do fornecedor por parte do setor de Qualidade, verificando como funciona o seu sistema de gestão da qualidade, e posteriormente o setor de Engenharia avalia as máquinas e equipamentos que o fornecedor possui e sua capacidade produtiva. No final o setor de Compras efetua o fechamento dessa avaliação homologando ou não o fornecedor. A certificação em ISO 9001 é considerada um bom parâmetro para a avaliação do fornecedor, e é item obrigatório caso o item terceirizado seja um componente da indústria automobilística. Se o item terceirizado não for da indústria automotiva, a ISO 9001 não é considerada obrigatória, porém é desejável. Hoje todos os clientes da empresa B são automotivos, portanto a ISO 9001 se tornou uma exigência a todos os fornecedores.

A avaliação dos fornecedores de usinagem não é realizada utilizando-se um questionário padrão. *“Hoje não temos um questionário padrão para avaliar nossos fornecedores de usinagem. Seria interessante ter um questionário específico, pois padronizaríamos nossa avaliação”* - cita a Supervisora da Qualidade. Já para os fornecedores de serviços de tratamento térmico e tratamento superficial são utilizados respectivamente os questionários específicos CQI-9 (CQI-9 [...], 2007) e CQI-11 (CQI-11 [...], 2007) da AIAG, que incluem questões específicas de gestão de controle de processo.

### **5.2.3 - Estudo de caso empresa C**

#### Dados gerais:

A empresa C é uma empresa multinacional de grande porte, situada na região metropolitana de Curitiba. A empresa é uma importante fornecedora de sistemas mecânicos para montadoras automobilísticas e tem a usinagem de peças como parte integrante de seu processo.



Na empresa C foram entrevistados o Engenheiro de Processos de componentes usinados e o Supervisor da Qualidade Fornecedores, que são respectivamente os responsáveis pelo processo interno de manufatura e pela aprovação e desenvolvimento de fornecedores.

### Aspectos estratégicos:

A empresa C tem seu foco no desenvolvimento e montagem de sistemas mecânicos para a indústria automotiva e também efetua a usinagem de alguns de seus componentes. A empresa C está passando por um processo inverso da tendência das demais empresas de terceirizar a fabricação dos componentes usinados. *“Hoje estamos usinando internamente algumas das peças que tinham a usinagem terceirizada no passado”*, citou o Supervisor de Qualidade Fornecedores. A decisão da empresa C referente à execução do processo de usinagem internamente ou em uma empresa terceirizada depende de uma avaliação de custo benefício e risco. Processos mais simples passam somente por avaliação de custo benefício, e a decisão de terceirizar o processo ou não é mais econômica. Já para processos de usinagem considerados mais complexos, a empresa prefere usar os componentes internamente para ter mais controle sobre as superfícies usinadas.

A empresa C considera fundamental a avaliação dos potenciais fornecedores antes do processo de terceirização. *“É importante que itens como capacidade produtiva, qualidade e conhecimento técnico sejam avaliados antes de qualquer escolha de fornecedor”*, citou o Supervisor da Qualidade de Fornecedores.

A empresa C não considera a transferência de *“know-how”* como um dos principais riscos do processo de terceirização. *“O negócio central da empresa está relacionado ao projeto de sistemas automotivos e não especificamente na usinagem”*, citou o Supervisor da Qualidade de Fornecedores. O maior risco na visão da empresa C é com relação à terceirização de componentes de segurança. Para esses itens o fornecedor tem que ter um processo que garanta a qualidade do produto, principalmente em relação às características de segurança.

Com relação aos conceitos de Müller et al (2003), em relação às competências desenvolvidas entre cliente e fornecedor, a empresa C acredita que a relação buscada na maior parte das vezes é de competência cruzada, onde há cooperação mútua com o fornecedor no

desenvolvimento do componente usinado. Para alguns itens a empresa C trabalha com competência fornecida, sendo o fornecedor detentor de todo o conhecimento do processo e projeto do produto.

Com relação à duração do relacionamento estabelecido após a terceirização da usinagem, a empresa C acredita que isso depende da estratégia da empresa. *“A terceirização pode ser por um curto prazo devido a problemas de capacidade produtiva, porém é sempre vantajosa uma relação de longo prazo, pois o aprendizado do fornecedor com o tempo leva a melhores índices de qualidade”*, citou o Supervisor da Qualidade de Fornecedores. Outro ponto que favorece a relação de longo prazo são os investimentos necessários para a terceirização de um processo de usinagem. O fornecedor muitas vezes precisa ter uma garantia de que a relação seja duradoura para que esses custos de investimento possam ser amortizados.

#### Aspectos Técnicos:

Com relação aos aspectos técnicos, a empresa C acredita que o fornecedor deva ter um grande conhecimento da atividade de usinagem, *“É importante trabalhar com parceiros que tenham conhecimento técnico e possam ajudar no projeto e desenvolvimento do componente usinado”*, citou o Supervisor da Qualidade de Fornecedores. Os conhecimentos citados como importantes foram: (a) o conhecimento de máquinas operatrizes (por exemplo, qual o propósito de cada uma) e também quem são os bons fabricantes de máquinas-ferramenta; (b) o conhecimento de ferramentas de usinagem (por exemplo, usar material e geometria de ferramenta adequados); (c) o conhecimento de sistemas de fixação (por exemplo, sistemas adequados às tolerâncias de forma e posição); e (d) o conhecimento de sistemas de medição (por exemplo, saber medir e interpretar os dados de medição de maneira adequada).

A empresa C citou que o fornecedor deve dominar a usinabilidade desde os conceitos básicos até as últimas tendências de novas máquinas e ferramentas. *“É recomendável que o fornecedor use de catálogo para a verificação de usinabilidade de metais e ferramentas, porém é importante comparar os valores de catálogo com o de empresas de usinagem conhecidas”*, citou o Engenheiro de Processos. O Engenheiro de Processos da empresa C também citou que gestão das ferramentas é importante para garantir maior vida da ferramenta e avaliar causas raiz em caso de quebra. Com relação à definição do critério de fim de vida das ferramentas, o Engenheiro de

Processos citou que primeiro deve-se verificar a qualidade da superfície usinada para determinar o fim de vida (dimensional e superficial) ou a formação de cavaco. Para a empresa C, o padrão aplicado para o fim de vida da ferramenta é o critério de desgaste, mas para esta empresa também é aceitável o critério de tempo ou comprimento de cavaco usinado.

Em relação à usinagem econômica, a empresa C acredita que o fornecedor deve sempre buscar ter a usinagem como seu processo padrão, porém, na realidade brasileira normalmente se começa usinando fora do ponto econômico. De início a empresa acha importante começar usinando no ponto de máxima produção visando ter um período de aprendizado, passando depois para a usinagem econômica.

### Aspectos Ambientais:

A empresa C é certificada em ISO 14001 e também prega que seus fornecedores devam ter certificação do sistema de gestão ambiental. Quando o índice de qualidade do fornecedor é avaliado, o mesmo só atinge 100% da nota de avaliação do sistema da qualidade se tiver certificação ISO 14001. *“Um dos maiores passivos ambientais das empresas do setor automotivo está relacionado com os fluidos de corte. O processo de usinagem é um dos maiores geradores de efluentes líquidos e potencialmente esse processo pode gerar um grande impacto ambiental, e a certificação em ISO 14001 é especialmente importante para esse grupo de fornecedores”* citou o Supervisor da Qualidade de Fornecedores.

A empresa C acredita que é fundamental que os seus fornecedores de usinagem façam um gerenciamento correto de seus resíduos. *“Além de atender as leis ambientais, os recursos naturais estão cada vez mais escassos e todas as empresas devem utilizá-los de modo racional. O fornecedor deve se valer dos 3R's”*, citou o Engenheiro de Processos. Os 3R's são reduzir, reaproveitar e reciclar (Gonçalves et al, 2007).

A empresa C incentiva seus fornecedores a buscarem processos de usinagem ambientalmente mais corretos, porém acha que a realidade brasileira ainda está longe da ideal. *“A usinagem a seco ainda não é aplicável a todos os processos, porém sempre se deve avaliar esse processo quando possível. Já para a usinagem MQL, as máquinas têm que estar adaptadas ao MQL e esse processo ainda tem um custo muito*

*alto para a maior parte das aplicações industriais”*, citou o Engenheiro de Processos.

Em relação ao gerenciamento dos fluidos de corte, a empresa C acredita que devem ser monitorados a concentração, o pH, os sistemas de filtragem, a limpeza do tanque (de 90 em 90 dias), o índice de refração e a formação de espumas.

#### Seleção do Fornecedor:

A empresa C tem um processo estruturado de seleção dos seus fornecedores. Para a aprovação de um fornecedor, primeiramente é feita uma avaliação de caráter técnico/comercial pela equipe de Compras. Caso o fornecedor seja aprovado nessa avaliação, a equipe da Qualidade realiza duas avaliações, a primeira focada no sistema de gestão da qualidade e a segunda focada no processo de fabricação do componente. A avaliação do sistema de gestão da qualidade usa um questionário tendo como base requisitos da indústria automobilística e da norma ISO/TS 16949, já a avaliação técnica usa um questionário com perguntas mais direcionadas ao processo produtivo da empresa em avaliação. Apesar de se ter um questionário técnico, o mesmo não possui um direcionamento específico para assuntos ligados ao processo de usinagem. *“Seria interessante avaliar itens específicos de usinagem na auditoria, assim como é feito nas avaliações de processos especiais pela CQI. Estamos aguardando para ver se também será feita uma CQI específica para usinagem para ser utilizada como padrão para avaliação desse grupo de fornecedores”*, citou o Supervisor da Qualidade de Fornecedores.

### **5.2.4 - Estudo de caso empresa D**

#### Dados gerais:

A empresa D é uma empresa familiar de médio porte, situada na região do Vale do Itajaí em Santa Catarina. A empresa é uma importante fornecedora de componentes usinados para as indústrias automotivas, de eletro-eletrônicos e de máquinas e equipamentos.

Na empresa D, foram entrevistados o Gestor de Negócios e o Supervisor da Qualidade, que são respectivamente os responsáveis pelo

desenvolvimento de novos negócios e produtos e pela aprovação e desenvolvimento de fornecedores.

### Aspectos estratégicos:

A empresa D tem seu “*core business*” diretamente ligado à usinagem. Todas as peças que a empresa fornece aos seus clientes têm a usinagem como principal processo de fabricação, também podendo ter processos de montagem, tratamento superficial e tratamento térmico como processos suplementares.

A empresa D tem quase a totalidade dos seus componentes sendo usinados internamente. A terceirização somente é uma opção em casos em que o conhecimento técnico específico sobre um tipo de usinagem não é de domínio da empresa (ex: usinagem de engrenagens), quando a demanda em relação a peças usinadas é maior que a capacidade produtiva da empresa, ou quando há uma boa possibilidade de redução de custo do componente, sem perda de qualidade. Apesar de a terceirização da usinagem ser potencialmente avaliada, a empresa D não tem uma tendência de terceirizar seus componentes usinados.

A empresa D considera importante avaliar seus potenciais fornecedores antes da terceirização de um processo de usinagem, pois assim é possível identificar de forma segura a melhor opção em qualidade, segurança e formação de parceria. Isto pode transformar uma terceirização em sucesso. A avaliação dos potenciais fornecedores também é uma forma de se reduzir o risco do processo de terceirização. Segundo o supervisor da Qualidade, os maiores riscos do processo de terceirização são a redução da qualidade dos produtos fornecidos, a falta de atendimento à demanda planejada e a segurança relacionada ao produto. Quando se trata da terceirização de componentes usinados de segurança, o risco é ainda maior, pois em caso de “*recall*” devido à falta de qualidade do componente, os prejuízos podem ser incalculáveis.

Outro ponto que a empresa D considera importante ser considerado quando se pensa em terceirizar um processo de usinagem é a transferência de “*know-how*” entre cliente e fornecedor. “*Quando há transferência de know-how, é importante ter certeza que o fornecedor venha a ser nosso parceiro e não mais um competidor. Só dessa forma é possível iniciar a terceirização com transferência de know-how*”, citou o Supervisor da Qualidade.

A empresa D não tem uma estratégia pré-definida com relação ao número de fornecedores para cada item terceirizado. “*Não há uma*

*estratégia formada para usinagem, mas entendo que deve ser levado em conta o tipo de serviço, a quantidade e a criticidade de cada processo; em alguns casos para segurança de atendimento o processo com duas fontes é interessante*”, cita o Gestor de Negócios. Hoje a empresa D aplica esta estratégia para fornecedores de matéria-prima, isto devido à oscilação do mercado brasileiro de aço.

Apesar de poder se adotar uma estratégia de mais de um fornecedor, a empresa D considera que a relação de curto prazo é um aspecto estratégico fundamental em um processo de terceirização. *“O custo/investimento para o processo de terceirização é enorme e a mudança de fornecedor num curto prazo pode inviabilizar o processo. Também devemos considerar a curva de aprendizagem do processo de usinagem no fornecedor, que geralmente é demorada”*, citou o Gestor de Negócios.

#### Aspectos Técnicos:

Com relação aos aspectos técnicos, a empresa D avalia que é fundamental o total domínio dos conceitos de usinabilidade por parte do fornecedor. *“Ter o domínio sobre os conceitos de usinabilidade é a base para um fornecimento constante e com a qualidade exigida”*, citou o Supervisor da Qualidade. A empresa D realiza testes de usinabilidade em lotes de amostras de matéria-prima avaliando dados como vida útil e estudos estatísticos de processo, e acredita que seus fornecedores de usinagem devem usar dessa mesma prática.

A empresa D também citou que é importante que o processo de usinagem seja planejado para ser usinado de forma econômica, já que somente usinando de forma econômica pode-se garantir custos competitivos para a cadeia de fornecimento. *“Para que o planejamento econômico seja bem executado, o fornecedor deve sempre que possível conhecer o processo atual de usinagem do componente a ser terceirizado, avaliando assim as necessidades de máquinas, insumos e dados atuais de corte utilizados no processo existente”*, citou o Supervisor da Qualidade. O Supervisor da Qualidade também cita que o critério de fim de vida das ferramentas deve estar claro desde a etapa de desenvolvimento. *“Esse critério deve ser estabelecido nessa etapa, pois assim é possível saber quanto se gastará com ferramentas de corte quando a terceirização se concretizar, evitando assim futuras discussões comerciais”*. Outro ponto técnico citado como importante é a qualificação dos profissionais do fornecedor. O Gestor de Negócios da

empresa D citou que é importante avaliar se o fornecedor tem um corpo de engenharia de desenvolvimento que trabalhe na implantação de novos processos e renovação dos existentes assim que for identificada a presença de novas tecnologias. Outro ponto lembrado como importante durante a terceirização é que as lições aprendidas de projetos passados devem ser sempre utilizadas pelo fornecedor para novos desenvolvimentos de usinagem.

### Aspectos Ambientais:

A empresa D considera que os seus fornecedores devem ter um gerenciamento adequado dos seus resíduos de usinagem. *“O correto gerenciamento dos resíduos de corte não deve ser uma opção do fornecedor, mas sim uma obrigação, pois existem leis estaduais e federais que tratam desta responsabilidade”* - cita o Supervisor da Qualidade. O correto gerenciamento dos resíduos de corte previne possíveis impactos ao meio ambiente que poderiam comprometer a continuidade da terceirização dos serviços de usinagem. A empresa D considera que é uma obrigação considerar os aspectos ambientais na terceirização de um serviço de usinagem, já que a empresa que terceiriza é co-responsável pelos problemas ambientais que podem ocorrer após a terceirização.

Com relação à busca por tecnologias de usinagem que impactem menos o meio ambiente, a empresa D considera que o fornecedor deve sempre buscar por essas tecnologias. *“Além de poder reduzir o custo do produto, as operações de usinagem com MQL e a seco ainda se enquadram na linha de desenvolvimento limpo que está sendo muito abordado nos últimos anos”*, cita o Supervisor da Qualidade.

Quando os aspectos ambientais de um processo de usinagem são considerados, o monitoramento das condições do fluido de corte é de fundamental importância. A empresa D considera que, no mínimo, o fornecedor deve monitorar a concentração, a capacidade química, a temperatura, e as partes oxidantes.

A empresa D acredita que o fato de o fornecedor ter seu sistema de gestão ambiental certificado em ISO 14001 é um grande diferencial. *“No mercado mundial isto já é considerado um diferencial para novos desenvolvimentos, e em algumas empresas você só participa das propostas se possuir a ISO 14001, isto porque a empresa que se compromete a atender uma norma desta natureza está querendo*

*demonstrar a sua preocupação com o meio em que se desenvolve”, cita o Gestor de Negócios.*

#### Seleção do Fornecedor:

O processo de seleção de fornecedores na empresa D é feito através de requisitos básicos da norma ISO/TS 16949 e de uma auditoria de sistema e processo. A aprovação do fornecedor é feita através de uma auditoria e nessa auditoria é utilizado um checklist (lista de verificação) da norma ISO/TS 16949 e um checklist da norma alemã VDA 6.3. *“A empresa que atingir nota mínima nessas duas avaliações é considerada apta a ser nossa fornecedora”,* citou o Supervisor da Qualidade.

No caso de empresas que possuam processos de tratamento térmico, galvanização ou pintura são aplicados os questionários de processo produtivo específico da CQI (CQI-9, CQI-11 e CQI-12, respectivamente). *“No momento não aplicamos nenhum questionário específico para avaliarmos fornecedores de usinagem e acreditamos que uma ferramenta desse tipo poderia ser utilizada de forma a complementar o método de aprovação do fornecedor”,* citou o Supervisor da Qualidade.

### **5.2.5 - Estudo de caso empresa E**

#### Dados gerais:

A empresa E é uma empresa de capital nacional e de grande porte, localizada na região Norte de Santa Catarina. A empresa tem como negócio central a fundição e usinagem de peças em ferro fundido, sendo uma das líderes de mercado no seu seguimento.

Na empresa E foram entrevistados o Coordenador do Laboratório Químico e Metalúrgico e o responsável pelo desenvolvimento e aprovação dos fornecedores.

#### Aspectos estratégicos:

A empresa E tem seu foco na fundição e usinagem de peças automotivas e é grande fornecedora de montadoras automobilísticas. A empresa E considera que a terceirização da usinagem pode ser vantajosa em algumas situações. Dentre as vantagens citadas está o fato de que os



investimentos iniciais são bem menores, já que geralmente quem compra ou disponibiliza os equipamentos para a usinagem é a empresa terceira. Outra vantagem observada pela empresa E é a vantagem logística no caso de o terceiro estar localizado nas proximidades de um dos clientes, o que facilita o fluxo logístico de entrega de peças ao cliente final.

O responsável pelo desenvolvimento dos fornecedores na empresa E citou que é fundamental que o potencial fornecedor de usinagem seja avaliado com relação à sua estrutura, capacidade comercial, capacidade técnica, qualidade, meio ambiente e segurança e saúde ocupacional (SSO) para garantir o atendimento dos requisitos conforme as necessidades e as expectativas do cliente.

Com relação aos riscos relacionados ao processo de terceirização, o Coordenador do Laboratório da empresa E citou que uma das principais preocupações ao terceirizar o processo de usinagem é a falta de atendimento aos requisitos do cliente, que resultaria em baixa qualidade do produto e consequentemente em reclamações e insatisfação do cliente final.

A empresa E prefere trabalhar sempre que possível com múltiplos fornecedores, pois, na visão da empresa, essa situação representa maior segurança, uma vez que a empresa pode ter mais de uma opção em caso de insatisfação com algum fornecedor.

Segundo os conceitos de Müller et al (2003), a empresa E entende que a relação com o fornecedor deve ser de competência comprada. Segundo o Coordenador do Laboratório, mesmo no caso de a empresa possuir competência necessária na fabricação do componente usinado, esta espera do fornecedor a mesma competência, sem precisar ter que intervir.

A empresa E também acredita que somente a certificação ISO 9001 não é requisito suficiente para a seleção de um fornecedor. *“Avaliações específicas transmitem os requisitos específicos do cliente, os quais não são especificados na norma ISO 9001”*, citou o responsável pelo desenvolvimento dos fornecedores.

A empresa E espera também que, após iniciada a terceirização de um componente usinado, o relacionamento entre cliente e fornecedor tenha uma duração de longo prazo. *“O processo de desenvolvimento de um fornecedor terceirizado demanda tempo e recursos que são investidos para o atendimento aos requisitos do cliente. Quando se consegue fornecedores com plena capacidade de atendimento em conformidade com os requisitos comerciais, técnicos e de qualidade,*

*deve-se manter a parceria com este fornecedor, por tornar-se estratégico para a empresa*”, citou o Coordenador do Laboratório.

#### Aspectos Técnicos:

A empresa E tem uma equipe técnica com amplo conhecimento dos processos de usinagem e espera que seus fornecedores também dominem esses conhecimentos. *“Fundamentalmente o fornecedor deve dominar todos os conceitos relativos ao trabalho, pois este será co-responsável pelo atendimento das especificações do componente usinado”*, citou o responsável pelo desenvolvimento dos fornecedores.

Outros conceitos técnicos ligados à usinagem também foram citados pela empresa E como de necessário conhecimento por parte do fornecedor. Os critérios para fim de vida de ferramentas foram citados como importantes, pois a empresa E vê relação direta desses critérios com os custos do processo e a qualidade do produto final. O conhecimento da usinabilidade de materiais foi citado como importante devido ao fato de se ter os parâmetros mais adequados de corte para o material. Conhecendo bem estas informações o fornecedor poderá planejar melhor o seu processo, proporcionando um custo mais competitivo. *“O preço é ditado pelo mercado, o fornecedor só conseguirá a colocação no mercado com preços competitivos, resultados de um bom planejamento que tenha como consequência a produção de forma econômica”*, citou o Coordenador do Laboratório.

A empresa E também citou que o fornecedor tem que ter bons conhecimentos de equipamentos de usinagem, ferramentas de corte e materiais a serem usinados.

#### Aspectos Ambientais:

A empresa E é certificada em ISO 14001, mas acredita que os aspectos técnicos e comerciais ainda têm mais importância na seleção de um fornecedor se comparado aos aspectos ambientais. *“A ISO 14001 poderá ser um diferencial quando comparados fornecedores com a mesma capacidade de atendimento”*, citou o Coordenador do Laboratório. No seu processo de seleção de fornecedores, a empresa E tem questionários específicos para avaliar aspectos ambientais em relação aos seus fornecedores, e os fornecedores já certificados em ISO 14001 estão isentos da obrigação de responder esse questionário, fato

que comprova que fornecedores com ISO 14001 são tratados de forma diferenciada pela empresa E.

A empresa E vê como positivo o fato de o fornecedor buscar processos de usinagem mais limpos como a usinagem MQL e a usinagem a seco.

Com relação ao fluido de corte a empresa E considera que devem ser monitorados os parâmetros do fluido de corte que estão relacionados com a saúde do operador, com o impacto ao meio ambiente e com relação ao próprio rendimento do fluido de corte. O Coordenador do Laboratório cita que se deve seguir a recomendação do fabricante do fluido de corte para a frequência de monitoramento, e que se deve ter um cuidado muito grande com a proliferação de fungos e bactérias.

### Seleção do Fornecedor:

No processo de seleção do fornecedor da empresa E, estão presentes as áreas técnicas, comercial e de qualidade da empresa. A área técnica faz a aprovação das amostras do fornecedor da matéria-prima ou componente a ser aprovado. Essa avaliação é feita a partir de testes de laboratório da matéria-prima, testes dimensionais dos componentes, testes de aplicação da matéria-prima e testes de montagem e funcionais do componente. No caso de componentes usinados, ainda é necessária a aprovação por parte do cliente final no caso da mudança do fornecedor de usinagem. *“A aprovação do cliente é feita com base no envio de documentação técnica conforme o PPAP (Production Part Approval Process)”* - citou o responsável pelo desenvolvimento dos fornecedores. O PPAP é o processo de aprovação de peças utilizado pelas indústrias automobilísticas (AIAG, 2008)

A área comercial faz a avaliação do fornecedor com base em um questionário que também inclui dados ambientais a respeito do fornecedor. Nessa avaliação o potencial fornecedor deve preencher uma ficha com dados da empresa, que incluem a razão social, CNPJ, endereço, contatos, dados bancários, número de funcionários, ramo de atividades da empresa e lista de principais clientes e fornecedores. Esses dados servem para confirmar a idoneidade da empresa no mercado. Com relação aos dados referentes aos aspectos ambientais do fornecedor, é cobrada uma cópia de todas as licenças ambientais e governamentais necessárias para a atividade desenvolvida pela empresa. Além da solicitação desses documentos, a empresa sendo avaliada deve listar quais são os resíduos sólidos, líquidos e gasosos gerados pelo processo

produtivo, e quais os meios de separação e tratamentos de resíduos utilizados pela empresa. *“É importante termos certeza que estamos selecionando um fornecedor que atenda as leis ambientais e tenha preocupação em tratar os seus resíduos”*, citou o responsável pelo desenvolvimento de fornecedores.

A área de qualidade exige do fornecedor a certificação ISO 9001 e também realiza uma auditoria no processo produtivo do fornecedor. *“A certificação ISO 9001 é obrigatória para todos os fornecedores, e fazemos uma auditoria no processo produtivo do fornecedor para verificar se há pontos graves que precisam ser melhorados”*, citou o responsável pelo desenvolvimento dos fornecedores. A auditoria de processos avalia o processo de gestão produtivo da empresa, incluindo os métodos de aprovação de seus fornecedores e matérias-primas, o armazenamento e embalagem de seus produtos, os equipamentos de produção e inspeção, as ações sobre os problemas encontrados no processo e a velocidade de resposta quando há reclamações dos clientes. Nessa auditoria é utilizada a seguinte tabela de pontuação: após a avaliação, o fornecedor que tiver média menor que 81% é considerado ruim, com nota entre 81% e 91% é considerado regular e com nota maior que 91% é considerado bom.

No caso de terceirização de serviços de usinagem, a empresa E realiza, além da auditoria de processos, uma auditoria do sistema de gestão ambiental. Essa auditoria é feita por um auditor da empresa E nas dependências do fornecedor em avaliação. Essa auditoria aborda aspectos do gerenciamento ambiental da empresa avaliada, requisitos legais, gestão sobre resíduos, gestão sobre os recursos naturais e a gestão sobre os passivos ambientais. *“Essa auditoria é realizada no caso de terceirizarmos um processo produtivo interno da empresa, pois somos legalmente co-responsáveis por todo o problema ambiental que possa ser causado pelo fornecedor escolhido”*, citou o responsável pelo desenvolvimento dos fornecedores.

Após a realização das avaliações técnicas, da qualidade e comercial, a aprovação ou reprovação de um potencial fornecedor é formalizada pela empresa E em um documento assinado por essas três áreas citadas. *“A decisão de aprovação do fornecedor tem que ser uma decisão unânime entre as áreas de Compras, Qualidade e Técnica”*, citou o responsável pelo desenvolvimento dos fornecedores.

## 5.2.6 - Estudo de caso empresa F

### Dados gerais:

A empresa F é de capital multinacional e tem porte mediano, localizada na região de Campinas, interior do estado de São Paulo. A empresa é líder global na manufatura de componentes de precisão para as indústrias médicas e de transporte.

Na empresa F foram entrevistados o Engenheiro de Produto, a Engenheira da Qualidade e o Gerente da Planta.

### Aspectos estratégicos:

A empresa F tem o foco do seu negócio diretamente ligado à usinagem. A empresa é especializada em usinagem de componentes em aço, mas também tem internamente processo de tratamento térmico para alguns componentes.

A empresa F acredita que a os motivos que a levariam a terceirizar o processo de usinagem são a redução de custos internos, a falta de capacidade produtiva e a necessidade de processos de usinagem específicos que não são de sua competência. Segundo o Gerente da Planta, a terceirização pode ser estratégica quando se quer reduzir custos variáveis internos e consequentemente reduzir o custo final de um produto.

Segundo o Engenheiro de Produto, para se ter um processo de usinagem terceirizado com baixo risco, é necessário que o fornecedor seja qualificado para o processo a ser terceirizado e tenha capacidade de investimentos em curto prazo e equipamentos de qualidade para garantir as especificações do produto.

Segundo a empresa F, deve-se avaliar os potenciais fornecedores antes de se terceirizar o processo de usinagem, pois o fornecedor escolhido tem que garantir a qualidade do produto e atender as especificações do mesmo conforme normas técnicas para não causar transtornos ao cliente final. A avaliação do potencial fornecedor também reduz os riscos associados à terceirização. *“Durante o desenvolvimento do potencial fornecedor devemos avaliar a capacidade produtiva, a capacidade de processo, os pontos logísticos, as potenciais falhas, os estoques de segurança, a capacidade de investir em tecnologias e a*

*manutenção dos equipamentos para evitarmos riscos maiores após a terceirização”, citou o Gerente da Planta.*

Com relação à estratégia de se trabalhar com um ou múltiplos fornecedores, a empresa F prefere trabalhar com múltiplos fornecedores, porém sempre mantendo a fidelidade com os fornecedores de sua cadeia produtiva. *“Durante a etapa de desenvolvimento de nossos fornecedores, disponibilizamos nossos recursos técnicos para auxiliá-lo e por isso investimos na fidelidade com nossos fornecedores”, citou o Engenheiro de Produto. “Sempre que possível a empresa deve procurar desenvolver mais de um fornecedor. Isto poderá abrir espaço para renegociar preços e assegurar que não haverá desabastecimento das linhas de produção”, citou o Gerente da Planta.*

Por outro lado, quando há altos investimentos necessários por parte do fornecedor para adequação do processo para fabricar o componente usinado, a escolha de um único fornecedor acaba sendo a melhor decisão. Esses investimentos são altos na maioria dos casos e dividindo o volume entre duas ou mais fontes, o tempo de amortização de tal investimento se tornaria muito alto.

Normalmente o tempo de relacionamento da empresa F com seus fornecedor é de longo prazo. *“É importante se ter relações de longo prazo com os fornecedores, pois além do tempo para amortizar os investimentos o fornecedor também adquire conhecimento a respeito do componente usinado, fazendo com que os índices de qualidade do mesmo tenda a melhorar com o tempo”, citou o Engenheiro de Produto.*

### Aspectos Técnicos:

Com relação aos aspectos técnicos, a empresa F acredita que o fornecedor escolhido deve ter amplo conhecimento dos conceitos de usinabilidade dos componentes a serem terceirizados. *“A empresa terceira será a responsável pelo desenvolvimento do processo, aquisição e manutenção do equipamento adequado e a garantia da qualidade do produto fornecido, portanto deve dominar os conceitos de usinabilidade”, citou o Engenheiro de Produto. Já o Gerente da Planta citou que é necessário que o fornecedor possua os conceitos necessários de usinabilidade, pois isto irá evitar perdas no processo e a fabricação de produtos fora de especificação que venham a comprometer a qualidade do produto final do cliente ou a gerar custos desnecessários de retrabalho e seleção de produtos não conforme.*

Segundo a empresa F, o fornecedor deve estabelecer o controle da vida útil de suas ferramentas para garantir o padrão de suas peças, trabalhando efetivamente na redução de custos e aprimorando seu processo de melhoria contínua. Internamente, a empresa F controla a vida útil das ferramentas através de equipamentos e também através de formulários que são preenchidos pelos operadores e controlados pelo supervisor da área. A empresa F recomenda que seus fornecedores usem controles similares aos usados internamente.

Com relação à usinagem de forma econômica, a empresa F acredita que um bom planejamento do processo de usinagem pode garantir a qualidade do produto, gerar melhor custo benefício e faz com que a empresa terceira se mantenha competitiva sem a necessidade de buscar realinhamento de preços.

Outros aspectos técnicos considerados importantes pela empresa F são: (a) o entendimento de conceitos de fabricação com equipamentos adequados; (b) a habilidade para a fabricação de dispositivos de fixação; e (c) a capacidade de realizar medições robustas que possuam pouca variação.

#### Aspectos Ambientais:

A empresa F é certificada em ISO 14001 e acredita que é um grande diferencial que seus fornecedores também tenham a ISO 14001. *“Todos os clientes que são certificados na ISO 14001 exigem que seus fornecedores tenham um sistema de gestão ambiental ou no mínimo um cronograma prevendo uma futura certificação”*, cita o Gerente da Planta.

Também foi citado pelas pessoas de contato da empresa que o terceiro deve fazer um gerenciamento correto dos seus resíduos de usinagem, para assim estar agindo em acordo com as legislações ambientais vigentes, contribuindo para não poluir e destruir o meio ambiente.

Para o controle correto do fluido de corte, a empresa F cita que seria importante monitorar a densidade, o pH (quando solúvel em água) e a concentração do fluido, para que não interfira na qualidade do produto e não cause impacto ao meio ambiente. A empresa F não recomenda nenhuma frequência específica de monitoramento das condições do fluido de corte, pois a frequência ideal pode variar de acordo com o uso do equipamento.

A empresa F acredita que seus fornecedores de usinagem devem sempre buscar processos menos poluentes como a usinagem com MQL e a seco. *“O fornecedor deve sempre buscar processos que não gerem poluentes e o uso de materiais biodegradáveis não gerando impacto ao meio ambiente”*, cita o Engenheiro de Produto. Internamente a empresa F sempre avalia a possibilidade de uso de processos de usinagem com menor uso de fluidos de corte. *“Sempre tentamos reduzir a quantidade de fluidos de corte em nossos processos por dois motivos. Redução do impacto ambiental e redução de custos, pois os preços praticados pelo mercado de fluidos de corte são abusivos”*, citou o Gerente da Planta.

#### Seleção do Fornecedor:

A empresa F faz a avaliação de todos os seus fornecedores antes da sua aprovação. No processo de aprovação de fornecedor da empresa F, primeiramente o departamento de Compras disponibiliza uma lista de fornecedores potenciais para as áreas de Qualidade e Engenharia. Essas áreas realizam uma visita técnica ao fornecedor. Durante a visita é feita uma avaliação das instalações, máquinas, equipamentos, meios de controle e sistema de gestão da qualidade do fornecedor. Essa avaliação não é padronizada e não segue nenhum questionário de avaliação. É feita uma ata de reunião que define se o fornecedor foi aprovado ou não, e quais as ações que o fornecedor necessita realizar para ser aprovado. Segundo a Analista da Qualidade responsável pelo processo de aprovação de fornecedores, o uso de um questionário padrão facilita em muito a avaliação. *“Tendo um questionário padrão é possível ter uma padronização de notas e uma melhor base de comparação entre dois potenciais fornecedores”*, citou a analista da Qualidade. A Analista da Qualidade também citou que seria interessante ter um questionário específico para avaliar os potenciais fornecedores de usinagem.

### **5.3 - Análise dos estudos de caso**

No estudo de caso foram avaliadas as visões de seis empresas ligadas diretamente ao fornecimento de componentes ou conjuntos usinados na indústria automobilística. Quatro dessas empresas são especialistas em fornecer componentes usinados para montadoras e sistemistas automobilísticos, e duas dessas empresas são sistemistas



automobilísticos que comprem componentes usinados de seus fornecedores e montam em seus produtos que são fornecidos diretamente às montadoras. Dessas empresas, duas são de grande porte e quatro são de médio porte. Para o estudo de caso também foram selecionadas empresas de três estados brasileiros diferentes, sendo uma do estado de São Paulo, duas do Paraná e três de Santa Catarina. Muitos pontos de vista em comum foram observados durante a entrevista realizada nas seis empresas, porém houve divergências no modo como cada empresa trabalha considerando os aspectos estratégicos, técnicos, ambientais e no método de seleção de fornecedores.

### Aspectos Estratégicos:

Em comum, foi observada a preocupação na etapa de seleção do fornecedor para que se possa ter o serviço terceirizado com a melhor empresa possível, bem como a preocupação com o relacionamento de longo prazo entre cliente e fornecedor. Alguns dos entrevistados citaram que os investimentos necessários para o processo de terceirização de um item usinado geralmente são altos. Portanto, a relação precisa ser de longo prazo para que tanto cliente como fornecedor possam ter um resultado financeiro vantajoso desse processo.

Segundo o critério de Muller et al (2003), em relação ao desenvolvimento de competências, a maior parte das empresas do estudo de caso acha que o relacionamento entre cliente e fornecedor deve ser de competência cruzada, onde ambos contribuem no desenvolvimento do item. Uma das empresas acredita que a competência deve ser fornecida pelo terceiro e nenhuma delas citou que a competência deve ser transferida ou comprada.

Um ponto estratégico importante citado por todas as empresas consideradas é o nível de qualidade dos componentes usinados fornecidos após o processo de terceirização. O nível de qualidade após a terceirização deve ser bastante elevado, pois o baixo índice de qualidade pode levar a uma parada de linha do cliente ou até um “recall” de um automóvel em uma situação mais grave. Para que o nível de qualidade dos fornecedores seja alto, é necessário que o sistema de gestão da qualidade seja bem estruturado. Dentro do mercado automobilístico, a certificação do sistema de gestão da qualidade na norma ISO 9001 é praticamente obrigatória, enquanto a certificação na norma ISO/TS 16949 é desejável.

### Aspectos Técnicos:

Houve um maior consenso entre as empresas do estudo de caso em relação aos aspectos técnicos. Todas as empresas entrevistadas acreditam que a empresa terceira deve ter um bom conhecimento técnico do processo de usinagem, além de ter um corpo técnico qualificado para trabalhar no desenvolvimento dos itens a serem terceirizados.

Um planejamento econômico da usinagem foi citado como importante por todas as empresas pesquisadas. A usinagem econômica leva a custos mais baixos de produção, o que é fundamental para que tanto cliente como fornecedor possam ter ganhos no processo de terceirização. Ao usar de maneira econômica, o fornecedor pode ter custos mais baixos, e consequentemente oferecer ao seu cliente componentes usinados a um preço menor, gerando um ganho para ambos no relacionamento.

Os critérios para definição do fim de vida da ferramenta também foram citados por todos como importantes para o fornecedor quando o processo de usinagem for terceirizado. Tais critérios garantem a estabilidade do processo de usinagem, assim como a qualidade dos componentes usinados pelo terceiro.

Conhecimentos como noções sobre tolerâncias de forma e posição (GD&T), dispositivos de fixação e conhecimentos sobre máquinas-ferramenta também foram citados como conhecimentos técnicos desejáveis para o fornecedor que irá receber o processo de usinagem.

### Aspectos Ambientais:

Um ponto importante que diferenciou as empresas foi em relação aos aspectos ambientais do fornecedor a ser selecionado. As empresas estudadas que possuem certificação em ISO 14001 consideram fundamental que os seus fornecedores de usinagem busquem tecnologias ambientalmente corretas, e que o mesmo tenha certificação em ISO 14001. Já as empresas que não possuem certificação em ISO 14001 acreditam que a ISO 14001 ainda não é um diferencial a ser considerado, e que ainda é muito cedo para cobrar dos fornecedores o uso de processos de usinagem como o MQL e a usinagem a seco, já que essas tecnologias ainda estão em estudo e são pouco aplicadas na produção seriada de peças usinadas no Brasil.

Com relação aos fluidos de corte, todas as empresas entrevistadas acham que as condições dos fluidos devem ser monitoradas para que seu uso seja prolongado e as condições de corte sejam as melhores possíveis. Dentre os fatores citados para controle, podemos destacar que devem ser controlados o pH, a temperatura, o grau de contaminação e a concentração.

#### Seleção do Fornecedor:

O processo de seleção do fornecedor se mostrou mais estruturado nas empresas de grande porte. Essas empresas possuem questionário para a seleção dos seus fornecedores. Porém, em todas as empresas entrevistadas o questionário que é utilizado para a seleção dos fornecedores de usinagem é o mesmo aplicável para os demais fornecedores. Somente no caso da seleção de fornecedores de tratamento térmico e de tratamento superficial é que algumas das empresas entrevistadas utilizam questionário específico para avaliar esses fornecedores.

As empresas de pequeno e médio porte não têm o processo de seleção de fornecedores tão bem estruturado, e utilizam uma visita técnica para a aprovação de seus fornecedores, sem a utilização de um questionário padrão.

Apesar de nenhuma das empresas entrevistadas utilizar um questionário mais específico para selecionar as empresas nas quais irão terceirizar os componentes usinados, todas acreditaram ser interessante ter um questionário específico para usinagem, já que a usinagem é um dos processos de fabricação mais importantes dentro da indústria automobilística, e muitas das características mais críticas dos componentes automotivos são obtidas por meio deste processo.

## **CAPÍTULO 6 - Questionário de Seleção do Fornecedor**

Por meio dos resultados da revisão bibliográfica e da análise dos estudos de caso, foi elaborado um questionário de seleção de fornecedor de serviço de usinagem. O objetivo desse questionário é ser uma ferramenta de auxílio às empresas automotivas no caso de se terceirizar um componente usinado. Como referência de questionário, usou-se o modelo aplicado pela AIAG no CQI-9 (AIAG, 2007), que foi citado por algumas das empresas do estudo de caso, sendo referência quando se fala em questionário de avaliação de processos especiais de fabricação em fornecedores da indústria automotiva. O questionário da CQI-9 (AIAG, 2007) trata da avaliação de processo de tratamento térmico.

Para o critério de pontuação do questionário, foram considerados como possibilidades de uso os critérios definidos pelas normas QSA – Quality System Assessment (AIAG, 1998) e VDA 6.3 (VDA, 1998). Esses critérios de pontuação são definidos da seguinte forma:

### Critério da norma QSA:

A pontuação desse critério vai de 0 a 10, e a nota final considerada deve ser a média das notas individuais de cada questão. Tal critério está descrito no manual do QSA da Automotive Industry Action Group (AIAG, 1998), e muitas das empresas que fornecem para o mercado automotivo possuem tal manual, estando assim familiarizadas com esse critério. O critério de pontuação estabelecido pelo manual do QSA segue a lógica mostrada na tabela 6.1 (AIAG, 1998).

<b>Nota</b>	<b><i>Cumprimento do Requisito</i></b>
<b>0</b>	O fornecedor não é familiar com o requisito exigido e não há evidência de documentos, planejamento ou implantação do requisito.
<b>1</b>	O fornecedor é familiarizado com o requisito exigido, porém não há evidência de documentos, planejamento ou implantação do requisito.
<b>2</b>	O fornecedor é familiarizado com o requisito exigido, e há evidências preliminares de documentos, com planejamento incompleto de implantação do requisito.
<b>3</b>	A documentação do requisito foi evidenciada e sua implantação (com as devidas responsabilidades) foi iniciada recentemente (0 – 30% completados).
<b>4</b>	A documentação do requisito foi evidenciada e sua implantação está em progresso (30 – 60% completados). Deficiências foram identificadas, porém as melhorias ainda não podem ser quantificadas.
<b>5</b>	A implantação em progresso (60 – 80% completados) e há evidências preliminares de resultados relevantes.
<b>6</b>	A implantação está quase completa (80 – 95% completados) e há evidências documentadas da efetiva implantação.
<b>7</b>	A implantação do requisito está completa (100%), com evidência confirmada de sua efetividade. O fornecedor atende aos requisitos mínimos do item solicitado.
<b>8</b>	A análise dos resultados mostra que além do requisito estar implantado 100%, há melhoria contínua do requisito em áreas chave diretamente ligadas à satisfação do cliente.
<b>9</b>	O fornecedor atingiu desempenho de classe mundial nesse requisito e é capaz de mostrar melhoria contínua em diversas áreas.
<b>10</b>	O fornecedor é considerado referência no requisito avaliado, mostrando ser inovador e tem resultados relevantes com seus clientes.

**Tabela 6.1 – Critério de pontuação das questões QSA**  
**Fonte: Adaptado de QSA, 1998**

Critério da norma VDA 6.3:

O segundo critério avaliado é o critério utilizado pela norma automotiva alemã VDA 6.3. Esse critério de pontuação também é de zero a 10 pontos e funciona conforme a tabela 6.2.

<b>Nota</b>	<b>Avaliação do Cumprimento de Exigências Isoladas</b>
<b>10</b>	Exigências cumpridas <b>completamente</b> .
<b>8</b>	Exigências cumpridas <b>em sua maioria</b> ; poucas divergências.
<b>6</b>	Exigências cumpridas <b>em parte</b> ; deficiências maiores.
<b>4</b>	Exigências cumpridas <b>insatisfatoriamente</b> , deficiências graves.
<b>0</b>	Exigências <b>não</b> cumpridas.

**Tabela 6.2 – Critério de pontuação das questões e elementos do processo VDA 6.3**

**Fonte: Adaptado de VDA 6.3, 1998**

Tanto o critério do QSA quanto o critério do VDA 6.3 usam a escala de Likert (Brandalise, 2005), e indicam um grau de atendimento ao requisito, sendo que a nota zero significa que não há nenhum atendimento ao requisito e nota 10 significa que o requisito é plenamente atendido. O critério sugerido para ser adotado no presente questionário é o da VDA 6.3, pois o mesmo é mais simples de ser compreendido e tem menos níveis de escalas de pontuação.

No questionário proposto as questões foram divididas nos mesmos aspectos que foram avaliados no estudo de caso e na revisão bibliográfica (isto é, estratégicos, técnicos e ambientais). De cada aspecto foram incluídas cinco questões, sendo que o peso na nota final deve ser igual para cada questão, independente do aspecto que a mesma está avaliando. Abaixo seguem as questões sugeridas, assim como a descrição do motivo da escolha da questão e o que deve ser avaliado em cada questão:

#### Questões de Aspectos Estratégicos:

1) O fornecedor busca um relacionamento de longo prazo com seus fornecedores e clientes?

Motivo: Avaliar se os relacionamentos comerciais do fornecedor têm foco e duração de longo prazo.

O que avaliar? O fornecedor deve demonstrar que suas relações comerciais com clientes e fornecedores têm objetivos de longo prazo. No caso de evidências de relações passadas com clientes e fornecedores que tiveram duração de curto prazo, devem ser avaliados os motivos para o fim da relação.

2) Os índices de qualidade do fornecedor atendem as expectativas de seus clientes quando se trata do fornecimento de peças usinadas?

Motivo: Verificar se os componentes usinados pelo fornecedor têm qualidade e prazo de entrega satisfatórios com os clientes atuais.

O que avaliar? O fornecedor deve demonstrar que seus clientes estão satisfeitos com os índices de qualidade e entrega de seus componentes usinados. O mesmo também deve demonstrar que tem um procedimento de atendimento rápido ao cliente no caso de problemas de qualidade.

3) O fornecedor possui seu sistema da qualidade certificado em ISO 9001?

Motivo: Confirmar se o fornecedor tem certificação em ISO 9001, que é exigência de todas as empresas avaliadas no estudo de caso.

O que avaliar? A organização deve ter certificação válida em ISO 9001

4) O fornecedor possui seu sistema da qualidade certificado em ISO/TS 16949?

Motivo: Confirmar se o fornecedor tem certificação em ISO/TS 16989, que é desejável por todas as empresas do estudo de caso.

O que avaliar? A organização deve ter certificação válida em ISO/TS 16989

#### Questões de Aspectos Técnicos:

5) Existe no local uma pessoa dedicada e qualificada em processos de usinagem?

Motivo: Confirmar se a empresa tem um ou mais funcionários dedicados exclusivamente ao processo de usinagem e com experiência

na área, e que possam responder por todas as questões técnicas durante a terceirização dos componentes usinados.

O que avaliar? A pessoa dedicada à usinagem deve ser um empregado em tempo integral e se sua posição está registrada no organograma da organização. Deve existir uma descrição do cargo, identificando as qualificações para a posição, incluindo conhecimento de processos de usinagem. As qualificações devem incluir um mínimo de cinco anos de experiência em processos de usinagem.

6) A empresa prestadora de serviços de usinagem executa planejamento econômico da usinagem?

Motivo: Confirmar se a empresa usina seus itens entre a condição de máxima economia e a de máxima produtividade.

O que avaliar? A organização deve incorporar um procedimento de planejamento da usinagem de forma econômica. Um estudo de usinagem econômica deve ser executado e aprovado para cada componente usinado. A organização também deve demonstrar claramente qual seria a velocidade de corte de mínimo custo e a de máxima produção e seu processo deve trabalhar entre esses limites.

7) O fornecedor tem conhecimento do ciclo de usinagem de cada peça, sabendo o tempo de cada etapa, incluindo as etapas de movimentação da ferramenta e inspeção?

Motivo: Confirmar se a organização avalia o ciclo de usinagem de cada etapa de corte, otimizando o caminho das ferramentas e a movimentação da peça durante a operação.

O que avaliar? A organização deve ter para cada processo o detalhamento do ciclo de usinagem, incluindo as seguintes etapas:

- Colocação e fixação da peça em bruto ou semi-acabada na máquina ferramenta.
- Aproximação ou posicionamento da ferramenta para o início do corte.
- Corte propriamente dito.
- Afastamento da ferramenta.
- Inspeção (se necessária) e retirada da peça usinada.



8) O fornecedor tem um critério pré-estabelecido para o fim de vida da ferramenta de usinagem?

Motivo: Avaliar se há um critério claro para fim de vida de ferramenta com o objetivo de otimizar a vida da ferramenta e evitar a produção de componentes fora de especificação.

O que avaliar? A organização deve ter um critério claro para determinação do fim de vida das suas ferramentas de usinagem.

9) O fornecedor demonstra ter claro conhecimento da usinabilidade dos materiais dos componentes que serão terceirizados?

Motivo: Avaliar se a escolha de fluidos de corte, ferramentas, máquinas e parâmetros de usinagem estão adequados ao material usinado.

O que avaliar? A organização deve demonstrar que, para a usinagem de um determinado componente, escolhe-se de forma adequada e estruturada os equipamentos, fluidos de corte, ferramentas e condições de usinagem.

#### Questões Aspectos Ambientais:

10) O fornecedor tem um controle adequado dos fluidos de corte que garanta a sua utilização por um período mais longo e dentro de suas condições técnicas?

Motivo: Garantir controles adequados aos fluidos de corte para garantir sua longevidade e condições de uso, além de evitar o seu descarte prematuro.

O que avaliar? A organização deve mostrar que os principais parâmetros dos fluidos de corte são monitorados regularmente (pH, concentração, microrganismos etc.), e que esse monitoramento resulta em um menor descarte dos fluidos de corte.

11) O fornecedor busca o uso racional do fluido de corte com utilização de processos de usinagem com mínima quantidade de fluido de corte (MQL)?

Motivo: Garantir que a usinagem com MQL é avaliada no fornecedor como uma possibilidade em novos desenvolvimentos.

O que avaliar? A organização deve demonstrar que a usinagem com MQL é considerada quando é feita a compra de novos equipamentos e/ou quando são desenvolvidos novos processos de usinagem.

12) O fornecedor busca utilizar a usinagem a seco quando possível?

Motivo: Garantir que a usinagem a seco seja avaliada no fornecedor como uma possibilidade em novos desenvolvimentos.

O que avaliar? A organização deve demonstrar que a usinagem a seco é considerada quando é feita a compra de novos equipamentos e/ou quando são desenvolvidos novos processos de usinagem.

13) O fornecedor tem um critério estabelecido para a seleção de fluido de corte?

Motivo: Garantir que os fluidos de corte são selecionados de maneira adequada a cada aplicação, garantindo assim um uso mais racional desse recurso.

O que avaliar? A organização deve selecionar o fluido de corte para cada operação com base em critérios técnicos como:

- Custo do galão.
- Custo de manutenção.
- Expectativa de vida útil.
- Compatibilidade do fluido com componentes de máquina, peça de trabalho e ferramenta.
- Parâmetros de corte passíveis de utilização.
- Taxa de alimentação de fluido de corte no ponto de contato da ferramenta com a peça.
- Compatibilidade do fluido de corte com componentes da máquina, peça de trabalho e ferramenta.
- Facilidade de limpeza do fluido de corte (remoção dos cavacos e outros resíduos de corte).
- Facilidade de limpeza da máquina-ferramenta e da peça em trabalho
- Faixa de temperaturas geradas pela operação.
- Faixa de variação do pH.
- Facilidade de monitoramento e manutenção do fluido.
- Facilidade de reciclagem e descarte

14) O fornecedor possui seu sistema da qualidade certificado em ISO 14001?

Motivo: Confirmar se o fornecedor tem certificação em ISO 14001, que é desejável pela maior parte das empresas do estudo de caso.

O que avaliar? A organização deve ter certificação válida em ISO 14001.

Para o uso do questionário deve ser agendada uma visita em cada potencial fornecedor e um auditor da empresa cliente deve conduzir uma auditoria com base nas perguntas do questionário. O critério de pontuação sugerido é o da norma VDA 6.3 e a empresa deve adotar um critério mínimo para a aprovação da empresa avaliada (por exemplo, nota de 70% mínima). O critério de escolha do fornecedor de usinagem também pode ser comparativo, desse modo a empresa escolheria como fornecedora a empresa com maior nota dentre todas as empresas auditadas.

## CAPÍTULO 7 - Conclusões

Com o aumento da terceirização de processos produtivos na indústria automobilística, a seleção de fornecedores adequados tem se tornado tarefa fundamental para que as empresas possam fornecer ao mercado produtos com a qualidade que o mesmo exige. O processo de usinagem é um dos principais processos terceirizados e seus aspectos estratégicos, técnicos e ambientais devem ser avaliados para que tal terceirização venha a ter sucesso. A escolha de um fornecedor para a terceirização é fundamental, pois isso evita o fim prematuro de um relacionamento de terceirização, o que pode ser tortuoso e de alto custo para o cliente (ELIOT, 1998). É de extrema importância que o subcontratado a ser escolhido tenha competência técnica suficiente para desenvolver o item a ser terceirizado. Também é importante entender como o mesmo desenvolve as suas competências e que tipo de relação o mesmo tem com os seus clientes.

Devido aos efeitos negativos gerados pela utilização do fluido de corte nos processos de usinagem, o fornecedor de usinagem deve gerenciar tais fluidos de maneira que o impacto ao meio ambiente seja o menor possível. Vale lembrar que a empresa contratante é co-responsável pelos impactos ambientais gerados pela empresa contratada, por isso o risco ambiental da terceirização de um serviço de usinagem deve ser avaliado antes que o processo seja terceirizado. Tecnologias alternativas como usinagem com Mínima Quantidade de Lubrificante (MQL) ou usinagem a seco devem ser avaliadas como alternativas para redução do impacto ao meio ambiente causado pelo fornecedor a ser contratado.

### 7.1 - Delimitação do trabalho

O presente trabalho teve como foco a terceirização de processos e/ou componentes usinados na indústria automobilística, o que talvez não represente a realidade de outros tipos de indústria.

Os dados apresentados no estudo de caso foram limitados a seis empresas do ramo automotivo, sendo todas localizadas na região Sul e Sudeste, onde estão concentradas as principais empresas automotivas do Brasil. A realidade das indústrias automotivas do Brasil não necessariamente representa a realidade das indústrias automotivas de

outros países. Dentre as empresas do estudo de caso, nenhuma delas é uma montadora, porém foram escolhidas empresas fabricantes de sistemas automotivos e empresas que tem foco na fabricação de componentes usinados, o que representa boa parte da cadeia automotiva de itens usinados.

## 7.2 – Alcance dos objetivos gerais e específicos

O alcance dos objetivos gerais e específicos foi sintetizado na tabela abaixo:

OBJETIVOS	CONCLUSÃO
<b>GERAL</b>	
Desenvolver um questionário para a seleção de um fornecedor de usinagem dentro da realidade e exigências da indústria automobilística brasileira.	Foi desenvolvido um questionário para a seleção de um fornecedor de usinagem e o mesmo está alinhado com as necessidades e exigências da indústria automobilística brasileira.
<b>ESPECÍFICOS</b>	
Estudar pontos importantes para a terceirização.	Foram avaliados os motivos que levam as empresas a terceirizar e os riscos do processo de terceirização, tanto na revisão bibliográfica quanto nos estudos de caso.
Avaliar aspectos estratégicos, técnicos e ambientais de processos terceirizados de usinagem.	Os aspectos estratégicos, técnicos e ambientais foram avaliados na revisão bibliográfica e nos estudos de caso. Pequenas divergências foram encontradas entre o que a revisão bibliográfica cita e a realidade da indústria automobilística brasileira
Realizar estudo de caso com empresas automotivas brasileiras para avaliar a visão dessas empresas em relação a terceirização de serviços de usinagem.	Foi realizado um estudo de caso em seis empresas automotivas brasileira. Foram escolhidas empresas de porte, localização e origem de capital diferentes.

**Tabela 7.1 – Síntese dos objetivos do trabalho**

O trabalho possibilitou entender os motivos que levam ao processo de terceirização e o que as empresas que terceirizam a usinagem buscam de seus fornecedores em relação aos aspectos estratégicos, técnicos e ambientais. Um questionário específico para avaliação do processo de usinagem é uma ferramenta útil para se tomar a decisão de qual é o fornecedor mais adequado para se iniciar um processo de terceirização de um componente usinado.

### 7.3 - Sugestões para trabalhos futuros

O presente trabalho teve como objetivo principal criar uma metodologia para a seleção de fornecedores de usinagem para a indústria automobilística e resultou em um questionário de avaliação. As sugestões do autor para trabalhos futuros são:

- Aplicar esse questionário em algumas empresas que produzem componentes usinados na indústria automobilística para avaliar o quanto essas empresas atendem aos requisitos propostos pelo presente trabalho;
- Avaliar especificamente o ponto de vista de algumas montadoras automotivas do Brasil a respeito da terceirização de processos de usinagem com relação aos aspectos estratégicos, técnicos e ambientais do processo de usinagem. Esse ponto de vista poderia ser comparado com o ponto de vista das empresas dos estudos de caso do presente trabalho e poderíamos saber se a montadora e seus fornecedores diretos compartilham a mesma visão a respeito da terceirização dos processos de usinagem;
- Realizar um trabalho similar com foco em empresas não automobilísticas para saber se as essas empresas tem anseios similares quando desejam terceirizar componentes usinados;
- Realizar um trabalho similar focando a terceirização de um processo produtivo diferente da usinagem na indústria automobilística.

Além das recomendações para futuros trabalhos, o autor sugere que o questionário pode ser modificado e adaptado, atendendo dessa forma a necessidade específica de cada empresa quando for necessário selecionar um fornecedor para a terceirização de um componente usinado.

## Referências

- [1] AIAG. *CQI-9 Special Process: Heat Treat System Assessment*, **AIAG – Automotive Industry Action Group, 2007.**
- [2] AIAG. *CQI-11 Special Process: Plating System Assessment*, **AIAG – Automotive Industry Action Group, 2007.**
- [3] AIAG. *CQI-12 Special Process: Coating System Assessment*, **AIAG – Automotive Industry Action Group, 2007.**
- [4] AIAG. *QSA – Quality System Assessment*, **AIAG – Automotive Industry Action Group, 1998.**
- [5] AIAG. *PPAP – Processo de Aprovação de Peças de Produção* , **AIAG – Automotive Industry Action Group, 2008.**
- [6] Amato Neto, J., *Reestruturação industrial, terceirização e redes de subcontratação*. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n.2, p. 33-42, Mar/Abr 1995.
- [7] Amorim H., J., *Processos de Fabricação por Usinagem*. **Apostila da disciplina ENG 03343, DEMEC-UFRGS, 2003.**
- [8] Biermann, M. J. E., *Gestão de fluidos de usinagem*. **Ministério do Meio Ambiente (set. 2008)**
- [9] Boehs, L., Xavier, F. A., de Bartolo, M. A., *Gerenciamento de ferramentas de corte na teoria e na prática.. Máquinas e Metais*, p.202-209, setembro, 2002

- [10] Baptista, A.L.B. *Aspectos metalúrgicos na avaliação da usinabilidade de aços. Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda - Universidade Federal Fluminense, Junho 2002.*
- [11] Brandalise, L. T. *Modelo de medição de percepção e comportamento: uma revisão.* [S.l. : s.n], **2005.**
- [12] Brandes, H. Lilliecreutz, J., Brege, S. *Outsourcing – Success or Failure? European Jornal of Purchasing and Supplier Management, Vol.3, N°2, pag. 63-75, 1997*
- [13] Castro, P. R. A., *O que é exatamente gerenciamento de ferramentas,.* **Máquinas e Metais**, p.108-126, março, 2006
- [14] Catai, R.E., Bianchi, E.C., Aguiar, P.R., Catai, D. *ISO 14001 e a política ambiental que rege o descarte e a utilização dos fluidos de corte utilizados nos processos de usinagem. IX Simpósio de Engenharia de Produção - SIMPEP, 2002.*
- [15] Catai, R., Bianchi, E., Aguiar, P., Catai, D., *Política sobre a utilização e descarte de fluidos de corte. Máquinas e Metais*, p.66-80, março, 2006
- [16] Catai, R.E., Bianchi, E.C. *Principais problemas causados pelos fluidos de corte. Máquinas e Metais, Abril, 2007.*
- [17] Coppini, N.L., *Lote ideal para usinagem flexível versus lote econômico: uma reflexão para aumento da competitividade. O Mundo da Usinagem, 2008*



- [18] Dieese, *O processo de terceirização e seus efeitos sobre os trabalhadores no Brasil*. **Dieese, 2003.**
- [19] Drake Jr, Paul, J., *Dimensioning and Tolerancing Handbook*, **McGraw-Hill, New York, EUA, 1999.**
- [20] Eliot, L. B., *Moving from Outsourced to In-House: How to Turnback*. **Decision Line**, p.16 – 18, 1998
- [21] Faccin K., Benvenuti T., Maffessoni D., Rocha J. M., *Agregando Benefícios Ambientais a Benefícios Econômicos: Um Estudo de Caso com Aplicação de P+L*. **2<sup>nd</sup> International Workshop Advances in Clean Production (May 2009)**
- [22] Fernandes, D. F.. *Gerenciamento de fluidos de corte com prevenção de poluição*. **Trabalho de graduação Instituto Tecnológico da Aeronáutica, 2007**
- [23] Ferraresi, D. *Fundamentos da Usinagem dos Metais*. **Ed. Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1977.**
- [24] FIESP. *RUMOS DA INDÚSTRIA PAULISTA*. **Maio de 2010. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/>>. Acesso em: 30 Set. 2010.**
- [25] Ganier, M. *Reciclar, eliminar e valorizar fluidos e resíduos de corte*. **Máquinas e Metais, Dezembro, 1993.**
- [26] Gennari, W., Machado, A.R. *Melhorias na usinabilidade dos aços inoxidáveis*. **Máquinas e Metais, Setembro, 1999.**

- [27] Gil, A.C., *Como Elaborar um Projeto de Pesquisa*. Editora Atlas, São Paulo, 3ª edição, 1991.
- [28] Goldoni, A. R., de Souza, L. A., *Sugestões para um bom relacionamento entre usuários e fornecedores*. **Máquinas e Metais**, p. 68-99, fevereiro, 2004
- [29] Gonçalves, P. S. C., Bianchi, E.C., Aguiar, P.R., *Reduzir, reusar, reciclar: o princípio dos 3R em processos de usinagem*. **Máquinas e Metais**, p. 122-132, fevereiro, 2007.
- [30] Handfield, R. *A Brief History of Outsourcing*. **The Supply Chain Management. (SCM) Information Portal**. <http://scm.ncsu.edu/public/facts/facs060531.html>, 2006
- [31] Hernandez, F.P.F, *Relações entre a Gestão da Qualidade e a Terceirização*. **Dissertação de Mestrado – Unicamp, 2003**
- [32] Hoff, G. G., *Estudo sobre a gestão de resíduos sólidos em fornecedores de peças usinadas para a Dana Albarus*. **Dissertação de Mestrado – Centro Universitário Feevale, 2008**
- [33] Ignácio, E. A., *Caracterização da legislação ambiental brasileira voltada para a utilização de fluidos de corte na indústria metal-mecânica*. **Dissertação de Mestrado – UFSC 1998**
- [34] Iowa Waste Reduction Center. *Cutting fluid management for small machining operations – A practical pollution prevention guide*. **University of Northern Iowa, 3rd edition, 2003.**

- [35] Junqueira, R. P., de Santa-Eulália, L. A., Oliveira, R. M., *Experiências de manufatura enxuta no setor metal mecânico. Máquinas e Metais*, p. 198-215, junho, 2005
- [36] Kuchenbecker, N. F. *O Processo de Terceirização e. Qualificação de Fornecedores. Tese de Doutorado – Universidade Federal de SC, 2006. 195 pp.*
- [37] Lankford, W.M., Parsa, F. *Outsourcing: a primer. Management Decision*, pag 310-316, 1999.
- [38] Mair, Andrew, *New Types of Partnership for Automotive Buyer-Supplier Relations. School of Management and Organizational Psychology Birkbeck, University of London, 2000.*
- [39] Marcelino, P., *Afinal, o que é terceirização? Em busca de ferramentas de análise e de ação política. Pegada*, vol. 8, n. 2, Dezembro 2007.
- [40] Marcondes, F., *Economize praticando o óbvio na usinagem. O Mundo da Usinagem – 12/08/2009.*
- [41] Matoso, N.P., Valle, P.D., Canciglieri Jr, O., *Metodologia para gerenciamento de ferramentas de corte baseada no Sistema Toyota de Produção. XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, Outubro de 2003.*
- [42] Matsumoto, H, Minotagua, J., Gallego, J. *Influência da Microestrutura na Usinabilidade dos Aços Inoxidáveis AISI 630 com e sem Adição de Cálcio. Revista Matéria*, v. 10, n. 2, pp. 213 – 221, Junho de 2005.

- [43] Medina, H.V., Gomes, D.E.B. *Gestão Ambiental na Indústria Automobilística: O Caso da Reciclagem de Materiais*. **Centro de Tecnologia Mineral - Ministério da Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro**, Maio de 2002
- [44] Meireles, L.M.S., *Terceirização*, <http://www.webartigos.com/articles/1744/1/a-terceirizacao-e-a-administracaopublica/pagina1.html>, 2008.
- [45] Moreira, I. M. *As Auditorias de Processo como Ferramentas de Suporte ao Asseguramento da Qualidade em Fornecedores: Estudo de Caso na Mercedes-Benz*. **Monografia de conclusão de Engenharia de Produção na Universidade Federal de Juiz de Fora**, 2008.
- [46] Motta, M.F., Machado, A.R. *Fluidos de corte: tipos, funções, seleção, método de aplicação e manutenção*. **Máquinas e Metais**, 1995.
- [47] Müller, M. M., Johansen, J., Boer, H., Managing buyer-supplier relationships and inter-organisational competence development. **Integrated Manufacturing Systems**, p. 369 – 379, 2003
- [48] Oliveira, J. F. G., Alves, S. M., *Adequação ambiental dos processos de usinagem utilizando Produção mais Limpa como estratégia de gestão ambiental*. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 129-138, 2007
- [49] Ometto, A. R., de Souza, M. P., Guelere Filho, A., *A Gestão ambiental nos sistemas produtivos*. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**, Nº. 6, p. 22 – 36, 2007

- [50] Pinheiro, I.A., *A Externalização de Atividades: Fundamentos e Experiências no Setor de Autopeças Gaúcho*. **RAC**, v. 3, n. 2, **Mai./Ago. 1999: 137-165**.
- [51] Piubeli, F. A., Bianch E. C., Arruda O. S., Arruda, M. S. P., Aguiar, P. R., Corniane, N, *Análise da proliferação de microorganismos no fluido de corte*. **IX Simpósio de Engenharia de Produção**, 2002
- [52] Piubeli, F.A., Bianch E.C., Arruda O.S., Arruda, M.S.P., Aguiar, P.R., Corniane, N, *Análise microbiológica de fluido de corte em operação de usinagem*. **Editorial do Centro de Informação Metal-mecânica**, junho de 2004.
- [53] Queiroz, C.A.R. *Manual de Terceirização*. **Editora STS**, 1992.
- [54] Rachid, A., Bresciani Filho, E., Gitahy, L., *Relações entre grandes e pequenas empresas de autopeças e a difusão de práticas de gestão da produção*. **Gestão & Produção**, v.8, n.3, p.319-333, 2001
- [55] Rachid, A., *Inovação de pequenas empresas do setor de autopeças*. **V Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos do Trabalho**, setembro, 1997
- [56] dos Reis Filho, A.P. *A modernização da indústria automobilística nacional a partir da década de 90 e seus impactos sobre o emprego: uma análise regulacionista sobre a estratégia adotada para a manutenção de postos de trabalho*. **Revista Iluminart volume 1 número 1, pag 96-109, Março de 2009**.

- [57] Ribeiro, M.V., *Aplicação de Conceito de Banco de Dados em Tecnologia da Usinagem*. **Dissertação de Mestrado – Unicamp 1994**
- [58] Ribeiro, M.V., Coppini, N.L., *O gerenciamento das informações de usinagem como uma vantagem competitiva*, **Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1997.**
- [59] Ristof, K.D, *Desenvolvimento e implementação de um método para o gerenciamento de ações corretivas através de times de melhoria da qualidade em uma empresa do setor metalmecânico*. **Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de SC, 2008.**
- [60] Rundquist, J., *Outsourcing of new product development - More than supplier involvement*. **European Institute for Advanced Studies in Management, 2003**
- [61] Salma, B., Lyes, K., Abderrahman, E.-M., Younes, B (2007). *Quality Risk in Outsourcing*. **Service Systems and Service Management, 2007 International Conference, Issue 9-11, June, pp. 1– 4.**
- [62] Santos, O., Polis, J.L. *O Gerenciamento de Ferramentas no Mundo Globalizado*. **CIMM – [www.cimm.com.br](http://www.cimm.com.br)**
- [63] Schneeweiss, M., Schwarzbürger, R., Köhler, S., Popischil, T., *Kuhlschmierung bedarfsgerecht dosieren*. **Werkstatt Und Betrieb -München**, p. 54-58, 2004
- [64] Schroeter, R. B., Weingaertner, W. L. *Tecnologia da Usinagem com Ferramentas de Geometria Definida – parte 1*. **Apostila (traduzido e adaptado por Prof. Dr. Eng. Rolf Bertrand Schroeter e Prof. Dr.-Ing. Walter Lindolfo Weingaertner do**

livro “Fertigungsverfahren – Drehen, Bohren, Fräsen”, de Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c.mult. Wilfried König e Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke) – EMC – UFSC, 2005.

- [65] da Silva, E.J., Bianchi, E.C. *Procedimentos-padrão para o uso de fluidos de corte. Máquinas e Metais, Março, 2000.*
- [66] da Silva, R.B., Pereira, I.C., da Silva, M.B. *Investigação da usinabilidade do ferro fundido nodular: primeira parte. 15º POSMEC. FEMEC/UFU, Uberlândia-MG, 2005.*
- [67] Silva, E.L., Menezes, E.M., *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. UFSC/PPGEP/LED, Florianópolis, 3ª edição, 2001.*
- [68] Souza, A.A., Boina, T.M., Avelar, E.A., Ferreira, L.S., *A prática do outsourcing no setor automotivo da região metropolitana de Belo Horizonte. XXVIII Encontro nacional de engenharia de produção (out. 2008)*
- [69] Souza, A.C., *Condições Econômicas no Processo de Usinagem : Uma Abordagem para Consideração dos Custos, Itajubá, 1997. Dissertação de Mestrado - Escola Federal de Engenharia de Itajubá - EFEL.*
- [70] Stoeterau, R.L., *Processos de Usinagem – Notas de aula. LMP - UFSC, 2007.*
- [71] Takahashi, D. F., *Biocidas garantem a vida útil do fluido de corte. Máquinas e Metais, Agosto, 2005.*

- [72] Teixeira, C.R., Schroeter, R.B., Weingaertner, W.L., *Aspectos Ecológicos nos Processos de Usinagem*. IPESI. **Metal Mecânica**, São Paulo, n. 331, p. 68-76, 1999.
- [73] Thomé, E.C., Bianchi, E.C., Arruda, O.S., Aguiar, P.R. *Doenças causadas por micobactérias: uma revisão de trabalhos*. **Máquinas e Metais**, Janeiro, 2007.
- [74] VDA. *VDA 6.3 - VERBAND DER AUTOMOBILIINDUSTRIE E.V.(VDA), Auditoria de Processo – Parte 3, 1 ed*, São Paulo, **Instituto da Qualidade Automotiva (IQA)**, 1998.
- [75] Wrublak, O., Pilatti, L.A., Pedroso, B. *Parâmetros e métodos de usinagem e sua relação com os custos do processo e o acabamento final do produto*. **4º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais**, Agosto, 2008
- [76] Yin, R.K., *Case Study Research: design and methods*. **Newbury Park, CA: Sag**, 1984
- [77] Yoshimura, H., *Contribuições da manufatura para adaptação às leis ambientais*. **Máquinas e Metais**, Abril, 2006
- [78] Zeilmann, R. P., *Tendência aponta para a usinagem a seco*. **Noticiário de Equipamentos Industriais**, 2008 ([www.nei.com.br](http://www.nei.com.br))
- [79] Zeilmann, R. P, Vacaro, C, *Aplicação de brocas de aço-rápido na usinagem a seco do aço AISI P20*, **Estudos Tecnológicos - Vol. 4, nº 3: 180-187 (set/dez. 2008)**



## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DA ENTREVISTA

### *QUESTIONÁRIO 1*

Questionário aplicado junto às empresas do setor automotivo que possuem produtos usinados e que potencialmente possam ser terceirizados.

1. Quais seriam as razões que levariam a empresa a terceirizar o processo de usinagem?
2. Qual a importância de se avaliar os potenciais fornecedores antes de iniciar o processo de terceirização?
3. Segundo a visão da empresa, quais seriam os maiores riscos de se terceirizar o processo de usinagem?
4. A empresa prefere trabalhar com a estratégia de terceirização do processo de usinagem baseada em um único fornecedor ou em múltiplos fornecedores? Justifique.
5. Segundo os conceitos de Müller et al (2003), qual o tipo de relação de competências seria estabelecida entre a empresa e seu fornecedor no caso da terceirização de serviços de usinagem? Justifique.
6. Somente a certificação ISO9001 bastaria para credenciar o fornecedor de usinagem ou seria interessante fazer uma avaliação mais específica para tal grupo de fornecedores potenciais?

7. Depois de terceirizado o processo de usinagem, o relacionamento de longo prazo seria um aspecto estratégico importante (explique brevemente sua resposta)?
8. É fundamental que a empresa terceira tenha domínio sobre os conceitos de usinabilidade dos itens terceirizados? Justifique.
9. É fundamental que a empresa terceira tenha critérios claros para se estabelecer o fim de vida das ferramentas? Justifique.
10. É fundamental que a empresa terceira tenha seu processo de usinagem planejado para ser usinado de forma econômica? Justifique.
11. Quais conceitos técnicos de usinagem seriam fundamentais que a empresa terceira tivesse pleno conhecimento?
12. É importante que o terceiro faça um correto gerenciamento de seus resíduos (fluidos de corte principalmente)?
13. É importante que o terceiro busque tecnologias de usinagem que tenham menor impacto ao meio ambiente (Ex: MQL e usinagem a seco)?
14. Que parâmetros do fluido de corte seriam importantes o fornecedor monitorar? Com que frequência?  
A certificação em ISO14001 seria considerada um diferencial para o potencial fornecedor de usinagem?

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE SELEÇÃO DO FORNECEDOR

<b>Avaliação de Sistema de Usinagem</b>			
Nome da Organização:			
Endereço:			
Número de telefone:		<b>Tipo(s) de Processo(s) de usinagem,</b>	
Número de Fax:		<b>Processos de usinagem que a empresa possui:</b>	
		Torneamento	
		Fresamento	
		Furação	
		Brochamento	
Data de Avaliação:			
Data da Avaliação Anterior:			
Certificação(ões)			
Data de Reavaliação (se necessária):			
<b>Pessoal Contatado:</b>			
<b>Nome:</b>	<b>Cargo:</b>	<b>Telefone:</b>	<b>E-mail:</b>
<b>Auditores/Avaliadores:</b>			
<b>Nome:</b>	<b>Empresa:</b>	<b>Telefone:</b>	<b>E-mail:</b>
<b>Média final da avaliação</b>			
<b>= total de pontos / pontos possíveis</b>			

### Avaliação de Sistema de Usinagem

				Avaliação			
Questão Número	Questão	Requisitos e Orientações	Evidência objetiva	N/ A	Pontuação	Observações	Ações recomendadas
1.1	O fornecedor busca um relacionamento de longo prazo com seus fornecedores e clientes?	O fornecedor deve demonstrar que suas relações comerciais com clientes e fornecedores têm objetivos de longo prazo. No caso de evidências de relações passadas com clientes e fornecedores que tiveram duração de curto prazo, devem ser avaliados os motivos para o fim da relação.					
1.2	Os índices de qualidade do fornecedor atendem as expectativas de seus clientes quando se trata do fornecimento de peças usinadas?	O fornecedor deve demonstrar que seus clientes estão satisfeitos com os índices de qualidade e entrega de seus componentes usinados. O mesmo também deve demonstrar que tem um procedimento de atendimento rápido ao cliente no caso de problemas de qualidade.					
1.3	O fornecedor possui seu sistema da qualidade certificado em ISO9001?	O fornecedor deve possuir certificação válida em ISO9001.					
1.4	O fornecedor possui seu sistema da qualidade certificado em ISO/TS16949?	O fornecedor deve possuir certificação válida em ISO/TS16949.					

## Seção 2 – Aspectos técnicos do processo de usinagem

2.1	Existe no local uma pessoa dedicada e qualificada em usinagem?	Para assegurar expertise prontamente disponível, deve haver no local uma pessoa dedicada e qualificada em usinagem. Esta pessoa deve ser um empregado em tempo total e a sua posição deve estar registrada no organograma da organização. Deve existir uma descrição do cargo, identificando as qualificações para a posição, incluindo conhecimento processos de usinagem.				
2.2	A empresa usinadora executa planejamento econômico da usinagem?	A organização deve incorporar um procedimento de planejamento da usinagem de forma econômica. Um estudo de usinagem econômica deve ser executado e aprovado para cada peça. A organização também deve demonstrar claramente qual seria a velocidade de corte de mínimo custo e a de máxima produção e seu processo deve trabalhar entre esses limites.				
2.3	O fornecedor tem conhecimento do ciclo de usinagem de cada peça, sabendo o tempo de cada etapa, incluindo as etapas de movimentação da ferramenta e inspeção?	A organização deve ter para cada processo o detalhamento do ciclo de usinagem, incluindo as seguintes etapas: Colocação e fixação da peça em bruto ou semi-acabada na máquina ferramenta Aproximação ou posicionamento da ferramenta para o início do corte. Corte propriamente dito. Afastamento da ferramenta.				

2.4	O fornecedor tem um critério pré-estabelecido para fim de vida da ferramenta de corte?	<p>A organização deve ter um critério claro para determinação do fim de vida das suas ferramentas de corte no processo de usinagem.</p> <p>Esse critério deve ser estabelecido com base em um ou mais dos critérios abaixo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- falha completa da ferramenta</li> <li>- falha preliminar da ferramenta</li> <li>- desgaste de flanco (VB) ou de cratera (KT)</li> <li>- vibrações (monitoramento)</li> <li>- acabamento superficial ruim</li> <li>- rebarbas</li> <li>- alterações nos cavacos</li> <li>- alterações nas dimensões de corte</li> <li>- alterações nas forças de usinagem (monitoramento)</li> <li>- aumento nas temperaturas</li> </ul>					
2.5	O fornecedor demonstra ter claro conhecimento da usinabilidade dos materiais dos componentes que serão terceirizados?	<p>A organização deve demonstrar que, para a usinagem de um determinado componente, é feita a escolha de forma adequada e estruturada dos equipamentos, fluidos de corte, ferramentas e condições de usinagem.</p>					

### Seção 3 – Aspectos ambientais do processo de usinagem

3.1	O fornecedor tem um controle adequado dos fluidos de corte que garanta a sua utilização por um período mais longo e dentro de suas condições técnicas?	A organização deve demonstrar que os principais parâmetros dos fluidos de corte são monitorados regularmente (pH, concentração, microrganismos, etc.) e que esse monitoramento resulta em um menor descarte dos fluidos de corte.					
3.2	O fornecedor busca o uso racional do fluido de corte com utilização de processos de usinagem com mínima quantidade de fluido de corte (MQL)?	A organização deve demonstrar que a usinagem MQL é considerada quando é feita a compra de novos equipamentos e/ou quando são desenvolvidos novos processos de usinagem.					
3.3	O fornecedor busca utilizar a usinagem a seco quando possível?	A organização deve demonstrar que a usinagem a seco é considerada quando é feita a compra de novos equipamentos e/ou quando são desenvolvidos novos processos de usinagem.					

3.4	O fornecedor tem um critério estabelecido para a seleção de fluido de corte?	<p>A organização deve ter um critério claro para seleção dos fluidos de corte utilizados no seu processo:</p> <p>Esse critério deve ser estabelecido com base nos critérios abaixo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Custo galão.</li> <li>- Custo de manutenção.</li> <li>- Expectativa de vida útil.</li> <li>- Compatibilidade do fluido com componentes de máquina, peça de trabalho e ferramenta.</li> <li>- Parâmetros de corte passíveis de utilização.</li> <li>- Taxa de alimentação de fluido de corte.</li> <li>- Compatibilidade do fluido de corte com componentes da máquina, peça de trabalho e ferramenta.</li> <li>- Facilidade de limpeza do fluido de corte (remoção dos cavacos e outros resíduos de corte).</li> <li>- Facilidade de limpeza da máquina-ferramenta e da peça em trabalho</li> <li>- Faixa de temperaturas geradas pela operação.</li> <li>- Faixa de variação do pH.</li> <li>- Facilidade de monitoramento e manutenção do fluido.</li> <li>- Facilidade de reciclagem e descarte</li> </ul>					
3.5	O fornecedor possui seu sistema da qualidade certificado em ISO14001?	O fornecedor deve possuir certificação válida em ISO14001.					